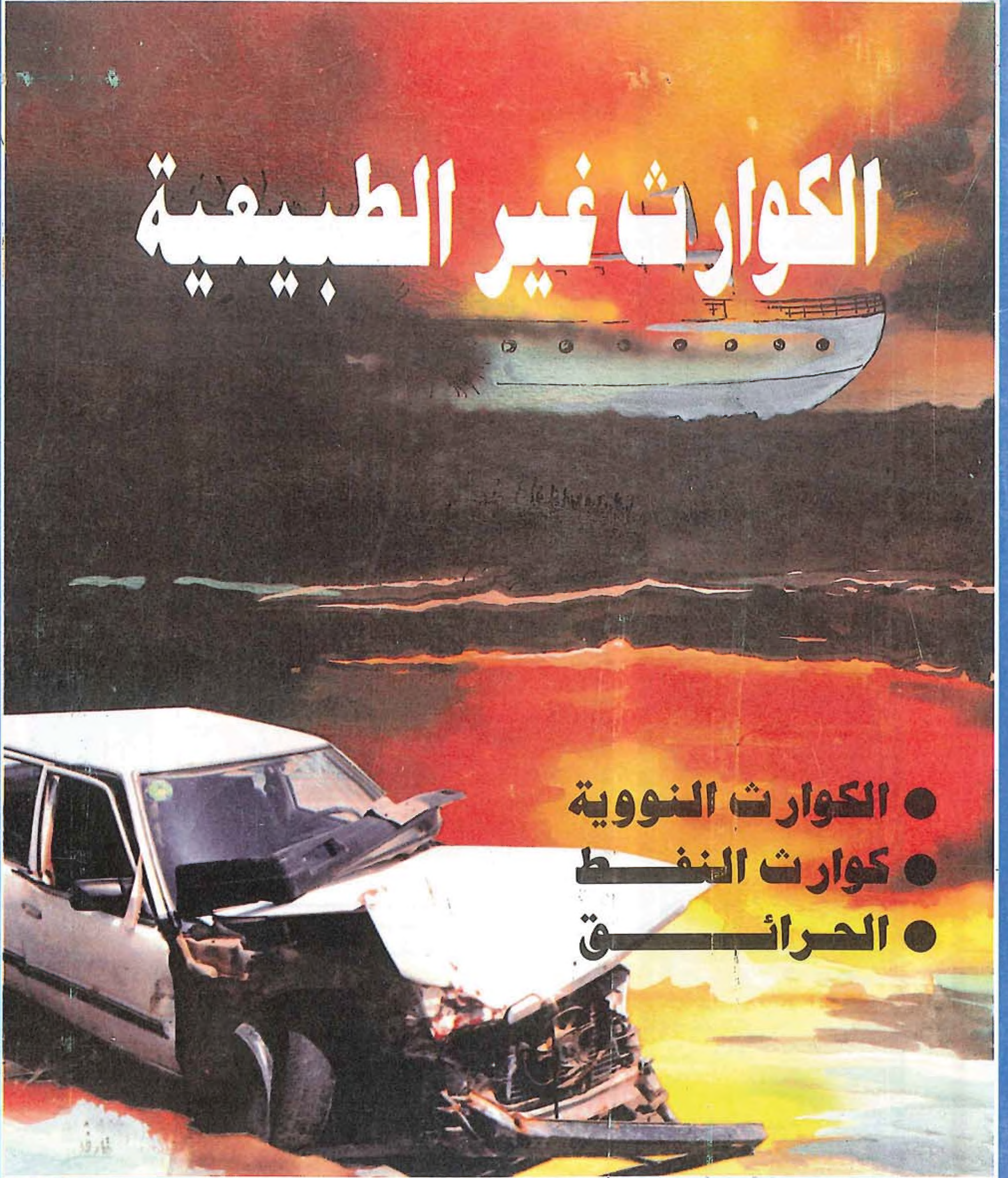
الثمن ٥ ريالات

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
KING ABDULAZIZ CITY FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY

# العلوم والتقنية

● مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ● السنة التاسعة ● العدد الثالث والثلاثون ● محرم ١٤١٦ هـ / يونيه ١٩٩٥م



## الكوارث غير الطبيعية

- الكوارث النووية
- كوارث النفط
- الحرائق

ISSN 1017 3056

# منهـــاج النشــر

**أعزائنا القراء:**

يسرنا أن نـؤكد على أن المجلـة تفتح أبوابها لمسـاهمتكم العلمية وإستقبـال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة:ـ

١ ـ يكـون المقال بلغـة علمية سهلـة بشرط أن لايفق صفته العلمية بحيث يشتمـل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها.

٢ ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولا على محتوى المقال.

٣ ـ في حالة الإقتباس من أي مرجع سواء كان إقتباسا كليا أو جزئيا أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك، وتذكر المراجع لأي إقتباس في نهاية المقال.

٤ ـ أن لايقل المقال عن أربع صفحات ولايزيد عن سبع صفحات طباعة.

٥ ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر إسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها.

٦ ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال.

٧ ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكتابها.

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال.

# محتويـــات العـــدد




الصناعات الكيميائية


كوارث النفط


انهيار المنازل


**المراســـــلات**

**مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية**

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت: ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥

**Journal of Science & Technology**

**King Abdulaziz City For Science & Technology**

Gen. Direct, of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086

Riydah 11442 Saudi Arabia




قراءنا الأعزاء:

تواصل مجلة "العلوم والتقنية" مسيرتها في تقديم مواضيعها في مختلف فروع العلم والمعرفة خدمة منها للقارىء العربي، ومع صدور هذا العدد تودع المجلة عامها الثامن وتستقبل عامها التاسع من عمرها المديد، بإذن الله تعالى، آملين أن يحوز ما سطر بين دفتيه على رضا وقبول القارىء الكريم.

قراءنا الإعزاء:

تلعب الكوارث دوراً مؤثراً في حياة الإنسان، وقد تطرقنا في عددنا السابق إلى جانب منها وهو "الكوارث الطبيعية"، ويسرنا - في هذا العدد - تغطية الجانب الآخر منها وهو "الكوارث غير الطبيعية"، والتي قد يكون للإنسان، بعد الله، دور كبير في حدوثها - بقصد منه أو بغير قصد -، وسيتم التركيز على تلك الكوارث من خلال التالي: أنواعها، أسبابها، مكافحتها والتقليل من آثارها، الوقاية منها، مع ذكر الأمثلة لكل منها.

يشتمل هذا العدد على العديد من الموضوعات تتمثل في: تعريف الكوارث غير الطبيعية، الكوارث النووية، كوارث الصناعات الكيميائية، كوارث النفط، كوارث الحرائق، كوارث النقل البري، كوارث النقل البحري، كوارث تصدع وانهيار المباني، بالإضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد.

وختاماً لا يسعنا إلا أن نتقدم بجزيل الشكر والتقدير لقرائنا الأعزاء الذين لا يبخلون علينا بالإقتراحات المفيدة والنقد البناء للوصول بهذه المجلة إلى المكانة التي تحقق تطلعاتنا وترضي طموحاتنا.

والله من وراء القصد،،،


العلوم والتقنية




سكرتارية التحرير:

د. يوسف حسن يوسف

د. ناصر عبدالله الرشيد

أ. محمد ناصر الناصر

أ. عطية مزهر الزهراني

التصميم والإخراج:

عبدالعزيز إبراهيم

طارق يوسف

عبدالسلام ريان

* * *






# المديرية العامة للدفاع المدني

**تعد أجهزة الدفاع المدني من أهم الأجهزة التي تقوم بدور رائد في المحافظة على الأرواح والممتلكات، وقد مرّ الدفاع المدني في العالم بمراحل عديدة من التطور حتى وصل إلى ماوصل إليه من مكانة بين الأجهزة التي تعنى بالحماية المدنية، وانطلاقاً من تلك الأهمية أولت المملكة الدفاع المدني وأجهزته ومعداته الإهتمام المناسب، حيث تم إنشاء المديرية العامة للدفاع المدني التي تعد أحد أهم القطاعات الأمنية التابعة لوزارة الداخلية، ومن المكونات الرئيسة لجهاز الدفاع المدني بالمملكة « المجلس الأعلى للدفاع المدني » الذي تم انشاؤه عام ١٣٨٧هـ.**

مرت المديرية العامة للدفاع المدني منذ بدايتها وحتى الوقت الحاضر بأربع مراحل هي :-

١ - إنشاء أول فرقة إطفاء بالمملكة عام ١٣٤٦ هـ ضمن أمانة العاصمة المقدسة بمكة المكرمة، ثم توالى إنشاء فرق الاطفاء في مدن المملكة حتى عام ١٣٦٧هـ.

٢ - فصل فرق الإطفاء عن البلديات وربطها بمديرية الأمن العام في رئاسة عموم فرق الإطفاء وذلك في عام ١٣٦٧هـ وحتى عام ١٣٨٠هـ.

٣ - ربط رئاسة عموم فرق الإطفاء مباشرة بوزارة الداخلية وتغيير إسمها ليكون المديرية العامة للمطافىء وذلك في الفترة من ١٣٨١هـ وحتى ١٣٨٥هـ.

٤ - تحويل المديرية العامة للمطافيء إلى المديرية العامة للدفاع المدني وذلك منذ عام ١٣٨٥هـ.

## المهام والمسؤوليات

يقوم الدفاع المدني بالمملكة بدور كبير وإيجابي في الحماية المدنية، والمحافظة على الأرواح والممتلكات، كما توكل إليه مهام ينفرد بها عن سائر أجهزة الدفاع المدني في الدول الأخرى تتمثل في المشاركة في أعمال الحج والمحافظة على سلامة ضيوف الرحمن. ويمكن تلخيص المهام والمسؤوليات الملقاة على عاتق المديرية العامة للدفاع المدني على النحو التالي :-

* إقتراح خطط ومشروعات وإجراءات الدفاع المدني. ومتابعة تنفيذها.

* تنفيذ ما يدخل في إختصاصاتها من خطط ومشروعات، وإجراءات، وما يصدره مجلس الدفاع المدني، ووزير الداخلية، ورئيس مجلس الدفاع المدني من قرارات.

* إتخاذ الإجراءات المناسبة لمواجهة الكوارث، التي يصدر بشأنها - بإعتبارها كارثة - قرار من وزير الداخلية، ورئيس مجلس الدفاع المدني، وعليها في سبيل ذلك الإستفادة من إمكانيات القوات العسكرية والجهات الأخرى.

* توفير الطعام والكساء والمأوى والعلاج والإسعافات وغير ذلك للمتضررين في أوقات الكوارث وفق لائحة يضعها مجلس الدفاع المدني.

* الإتصال بالوزارات والجهات المعنية بتنفيذ أعمال الدفاع المدني والتنسيق معها في تنفيذ خطط، ومشروعات، وإجراءات الدفاع المدني.

* تطوير الدفاع المدني بما يساير التقدم العلمي والحربي.

* تمثيل المملكة في المنظمات والمؤتمرات والندوات الدولية والمحلية، والحلقات الخاصة بالدفاع المدني.

* إقتراح جدول أعمال مجلس الدفاع المدني وإعداد الدراسات اللازمة للموضوعات المعروضة على المجلس.

* تقديم التوصيات اللازمة للجهات المختصة، للتعويض عن الأضرار التي تسببها الكوارث وأعمال العدو.

* تنفيذ برامج التدريب اللازمة لأعمال الدفاع المدني.

* إقتراح الأوقات المناسبة لإجراء تجارب وتمرينات الدفاع المدني، ولدعوة العناصر المدربة.

* إقتراح مشروع الميزانية السنوية للمديرية العامة للدفاع المدني.

## خدمات الدفاع المدني

تنقسم الخدمات التي تقدمها المديرية العامة للدفاع المدني وفروعها المنتشرة في كافة مناطق المملكة إلى قسمين رئيسين هما:

### ● الخدمات المباشرة

الخدمات المباشرة هي الخدمات التي يقدمها منسوبو المديرية العامة للدفاع المدني وفروعها، ومن أمثلة هذه الخدمات مايلي:-

* القيام بعمليات الإطفاء، والإنقاذ، ونجدة، واعانة المصابين في مختلف الحوادث والكوارث العامة.

* الإشراف على تنفيذ التدابير الوقائية وإشتراطات السلامة في جميع المؤسسات الصناعية والمرافق العامة.

* الإشراف على إنشاء المخابىء العامة، والخاصة في المباني السكنية والمؤسسات العامة والخاصة.

* إعداد، وتهيئة، وتجهيز، وتشغيل غرف العمليات.

* تنظيم وسائل إنذار لتنبيه السكان بالأخطار التي تتهددهم.

* توعية السكان وتبصيرهم بواجباتهم، والأعمال الوقائية المطلوبة منهم في حالات الطوارىء والكوارث والحروب.

* تنظيم أعمال المتطوعين في الدفاع المدني، وتدريبهم، وإعدادهم معنوياً ومادياً وفنياً للإستعانة بهم لدعم خدمات الدفاع المدني.

* تخزين مختلف الأدوات والمعدات والتجهيزات اللازمة لأعمال الدفاع المدني للإستفادة منها وقت الحاجة.

### ● الخدمات غير المباشرة

الخدمات غير المباشرة هي الخدمات التي يقدمها منسوبو المديرية العامة للدفاع المدني وفروعها بالتنسيق مع الجهات المختصة، والتي أُلزمت بتنفيذها بموجب نظام الدفاع المدني ولوائحه التنفيذية والتفسيرية، ومن أمثلة تلك الخدمات مايلي:-

* إعادة إصلاح خدمات المرافق العامة والخاصة المتضررة.

* مراقبة أخطار أسلحة الدمار الشامل النووية، والبيولوجية والكيميائية، وإرشاد السكان في الأوقات المناسبة بما يتوجب عليهم فعله بالنسبة لكل منها.

* تقديم الخدمات الطبية اللازمة والمساندة لجهود الدفاع المدني.

## خدمة الطيران العمودي

يعد الطيران العمودي من التطورات الحديثة التي أدخلت في مجال خدمات المديرية العامة للدفاع المدني بالمملكة، حيث تم إسناد تلك الخدمة إلى قيادة للطيران مجهزة بعدد من الطائرات العمودية موزعة على مناطق المملكة، بحيث تقوم على تغطية كافة المناطق عند الحاجة مع الأخذ بالإعتبار السمات التي تميز كل منطقة عن الأخرى، وتجعلها في حاجة أكثر من غيرها لخدمات الطيران العمودي وفقاً للدراسات والبحوث الخاصة بتحليل وتحديد المخاطر المحتملة




● إحدى الطائرات العمودية العاملة في خدمات الدفاع المدني.

فـــي كل منطقة ، وتساهم خدمة الطيران العمودي في مساندة أجهزة الدفاع المدني الأرضيــة ، وذلك في المهــام التي يصعب إنجازها من قبل الفرق الأرضية .

## ● مهام الطيران العمودي

تتمثـل مهـام الطـيران العمـــودي فيما يلي :ـ

* أداء خـدمات الـدفـاع المدني في منـاطق الإزدحام في المشاعر المقدسة أثناء موسم الحج.

* المساهمة في عمليات الـدفاع المدني في المنـاطق التي تتأثر بـالسيول أو الكـوارث الطبيعية .

* إنقاذ المحاصـرين في الحوادث التي تقع في المناطق الجبلية المرتفعة .

* إطفاء الحرائق في البنايات الشاهقة .

* إجراء عمليات الإخلاء الطبي .

* مراقبة الطرق من الناحية المرورية .

* التصويـر التلفزيوني الجـوي على الهواء مباشرة لمناسك الحج .

## ● تجهيزات الطيران العمودي

من أهم تجهيـزات الطيــران العمـودي مايلي :ـ

* **طائرات الإطفاء :** وتتميز باحتوائها على وحدة إطفـاء ذات سعة كبيـرة إضافـة إلى طفـايات حـريق محمـولـة بـواسطة أفـراد السلامة .

* **طائرات الإنقاذ :** وتتميز باحتـوائها على رافعات للإنقاذ ونقـالات للمصابين وشبكات إنقـاذ ، كمـا يمكنهـا الهبـوط العـادي في الأماكـن التي يتـوفر بها مـكان للهبـوط .

* **طائرات الإسعاف :** وهي مجهزة بإسطول طبي يملك تجهيـزات طبية متكاملـة تمكن من إجـراء بعض العمليـات الجراحيـة لإسعـاف المرضى قبل نقلهم إلى المستشفي .

* **طائرات نقل المسـؤولين :** وتعد وسيلة متقدمة لمراقبة العمليـات من الجو وعرضها على المسـؤولين مباشرة داخـل الطائرات ، كمـا تستخـدم لنقل كبـار المســؤولين ، ولإجراء المسح الجوي والتصـوير للمناطق المتضررة من الكوارث الطبيعية .

# الكوارث غير الطبيعية

د. محمد حسين سعد



**تعـرف الكارثـة بأنهـا حـدث مفاجـىء يتميز بضيق الـوقت ويـؤدي إلى اضطراب الحياة اليومية ، وينتج عنـه خسائر في الأرواح والممتلكات بنوعيها الخـاصة والعـامة ، وتتطلـب مواجهتـه والحد من أضـراره تضافر الجهـود المحلية والدولية .**

تصنف الكوارث بصفة عامة إلى نوعين همـا **الكـوارث الطبيعيـة** كـالـزلازل ، والبراكين ، والانزلاقات الأرضية وغيرها ، ولا دخل للانسان في حـدوثها ، وقد أفردنا لها العدد السابق ، و**الكوارث غير الطبيعية** التـي تحـدث نتيجـة لعـدة أسبـاب منهـا : الأخطاء الفنية البشرية مثل الإهمال ، وعدم توخي الحذر ، وسـوء الصيانة ، أو الأخطاء المتعمدة التـي تتمثل بصـورة أساس فـي الحـروب التـي تنشأ بين الـدول خـاصـة المتجاورة منها ، أو الظـواهر الطبيعية التي يصعب التحكم فيهـا أو تـوقع الكثير منهـا كالزلازل ، والريـاح ، والفيضـانات ، وانعدام الرؤيا بسبب الغبـار أو المطر . وتؤدي هذه الأخطاء البشـرية أو المتعمـدة أو الظواهـر الطبيعية ومـا يلازمها من حـوادث وكوارث إلى خسـائـر مـاديــة وبشـريـة ونفسيـة واجتمـاعيــة وبيئيـة تعيق خطـط التنميـة وتحول دون اكمال بعض الإنجازات الملحة أو الضـروريـــة ، ولا تميـز الكـــوارث بين الحدود الدوليـة حيث لا تحدث في بلد دون آخر فالكل أمامها سواء بقدرة الله .

وعلى الرغم من تعـذر منع الكوارث غير الطبيعيـة ، إلا أنـه بالامكـان الاقـلال منهـا والحد من خسائرهـا المتعددة ، والمتنوعة ، ودرء أخطـارها وأهـوالهـا إذا أخـذنا بمبـدأ الحيطة الشديـدة ، والعناية التامـة ، واتخاذ أفضل وسـائل الـوقايـة ، وسبل السـلامـة الصارمـة ، والتوعيـة المسبقة للمـواطنين ، والتنسيق بين الأجهزة البحثيـة والتشريعية والتنفيـذيـة وكذلك تضـافـر الجهـود على الصعيدين المحلى والدولي .

ولا يقف الأمـر عند الاستعـداد لحدوث الكـارثـة ولكن هنـاك مهـام أخـرى يجب التفكيـر فيها قبل الكـارثة ، وتنفيـذها بعـد حدوثها ، وتتمثل هـذه المهام في البحث عن المفقـــودين ، وتعـــويـض المتضـــررين ، وإصـــلاح مـــا أتلفتــه الكــارثـــة ، وتشغيل

المنشأة ، ومحـاولـة إعـادة الأمـور إلى ماكانت عليه قبلها .

تأتي الكـوارث غير الطبيعية فـي صور مختلفـة وأشكالاً متعـددة فمنهـا مايحـدث على اليابسة ومنها مـايحدث في الجو أوفي البحر . وسيتناول هذا العدد ـ بمشيئة الله ـ مجمـوعـة من الكوارث غيـر الطبيعيـة التي نلمسهـا ونشاهـدها فـي حياتنـا اليوميـة ، وتؤثر بطريقة مبـاشرة أو غير مباشرة على مكتسباتنا المادية ، وإنجازاتنا الحضارية .

## الكوارث النووية

تنجم الكـوارث النووية عن عدة مصادر منها المصادر الكبيرة كالمفـاعلات النووية أو منشآت معالجة أو إعادة معـالجة الوقود النـووي ، والمصـادر المشعـة الصغيـرة المستخدمة في التطبيقات الطبية والزراعية والصناعية .

يـؤدي حـدوث الكـوارث النـوويـة إلى خسـائر كبيرة تتمثل في الخسـائر الماديـة البـاهظة ، كمـا في حـادثي مفـاعل جزيـرة الأميال الثلاثـة بالولايات المتحـدة ومفاعل تشـرنوبل بـأكرانيـا بـالاتحاد السـوفيتي السـابق ، وتأثيـرات الإشعاع على الإنسـان والحيـوان والنبـات ، والنفقـات البـاهظـة المطلوبة لمواجهة حـالة الطوارىء المترتبة على حدوث الكارثة .

تشمل الكـوارث النوويـة كافـة مجالات استخدام الطـاقة النـووية بشقيهـا المدني والعسكري مثل المفاعلات النووية المدنية ، والمنشـآت العسكـريـة ، وتحطم الطـائرات والغواصـات أثناء نقـل الأسلحة النـووية ، واحتـراق سفن الفضـاء أثناء عـودتهـا إلى الأرض ، والتطبيقـات الطبيـة والصنـاعيـة للمصـادر المشعـة التى تـؤدي إلى العـدد الأكبر من الوفيات .

## كوارث الصناعات الكيميائية

تشكـل الصنـاعات الكيميـائيـة الجـزء الأكبر من الصناعات في معظم دول العالم ، وتعتمـد عليها جميـع القطاعـات الصناعيـة بشكل مطلق مثل الصناعات المرتبطة بإنتاج الطـاقة ومصـادرهـا ، وصنـاعات النفـط ، والغـاز الطبيعـي ، والفحم ومشتقـاتهمـا ، واستخراج ومعالجة وتنقية الوقود النووي وغيرها .

ترتبط الصناعـات الكيميائية في بعض مراحلها بـاستخدام أو إنتاج مواد كيميـائية خطرة أو سامـة على شكل منتجات وسيطة أو نهـائيـة تتصف بـواحـدة أو أكثـر من الصفـات التي تـزيـد من خطـورتهـا مثل القـابلية لـلإلتهـاب ، والانفجار ، وتكـوين مواد متفجرة أو ملتهبة عند اتصـالها بالماء أو تكوين مـواد خانقة أو كاويـة أوحارقة أو مهيجـة أو قـارضة أو آكلـة ، بينمـا تسبب المواد السـامة عنـد استنشاقهـا أو لمسهـا إصابات خطرة أو قد تؤدي إلى الوفاة .

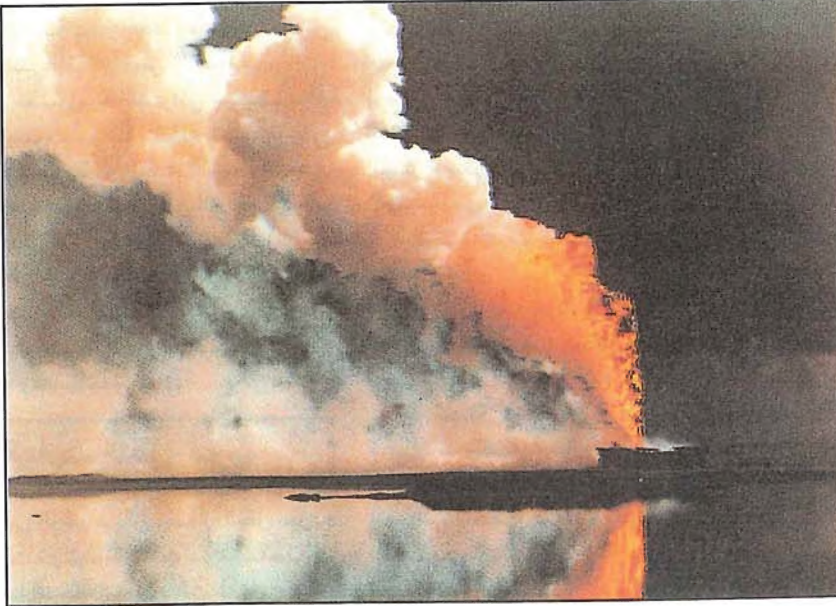
تتمثل كـوارث الصناعـات الكيميائيـة ـ التي يبلغ متوسط خسارتها السنوية بشكل عـام حـوالي ٣٦ مليـون دولار ــ بصفـة أساس في ثـلاثة أنواع هي كوارث التكـرير ومعـالجـة الغاز ، وتمثـل كوارث التكـريـر حـوالي ٤٠٪ من كـوارث الصنـاعـات البتروكيميـائية التي حدثت خـلال الثلاثين عاماً المـاضية ، بينما تمثل كـوارث معالجة الغـاز ، والكـوارث الكيميـائيـة ٧٪ و ١٧٪ على التـوالي . وقـد حـدث أكبـر من نصف هـذه الكوارث في مصـانع الايثيلين ، ويلي ذلك من حيث الانتشـار كـوارث المخلفـات الصناعية التي تظهر بعد سنوات طويلة من دفن المخلفات الصناعية أو إلقائها في مياه البحار أو الأنهار حيث ينتج عـن تفاعلها مع المياه مواد كيميائية ضارة وسامة .

## كوارث النفط

يعـد النفط المصدر الأساس للدخل في كثيـر مـن الـدول وخـاصـة دول الخليج العربي التي تنتج مايقارب ٢٤٪ من الانتاج العـالمي وتحتـوي على نحـو ٤٢٪ من الاحتياطي العالمي له .

وعلى الـرغم مـن الحيطـة الشـديـدة ، واتخـاذ أفضل أساليب الـرقـابة والـوقايـة أثناء مراحل إنتاج النفـط ، ونقله ، وتكريره ، وتصنيعـه ، إلا أن هذه المـراحل قد تحفهـا بعض المخـاطـر وتحـدث خـلالهـا بعض الحـوادث مثل الإنهيارات أو الإنفجـارات أو التسربـات النفطية والغـازية أو الحـرائق ، وقد تزداد خطورة هذه الحوادث وخسائرها المـاديـة وأضرارهـا البيئيـة وتتحـول إلى كارثة نفطية .

يرجع سبب حـدوث التسربـات النفطية إلى عـدة أسبـاب تتمثـل في انفجـار أحـد حقـول النفط ، أو انهيـار منصة إنتـاج ، أو جنوح وتحطم أحد ناقـلات النفط العملاقة ، أو أثناء عمليتي تخزيـن النفط وتفريغه ، أو تعرض الأنـابيب الناقلة للنفط إلى مخـاطر تؤدي إلى كسرها وتسربه منها . وقد تصل التسـربات النفطيـة في بعض الأحيـان إلى مئات الآلاف من الأطنـان تغطي سطح الماء وتُكـون بقعـة متـراميـة الأطـراف يـروح



● إحتراق ناقلات النفط أحد الكوارث غير الطبيعية .

ضحيتها أعداد كبيرة من الكائنات البحرية وطيور البحر إضافة إلى قيمة النفط المادية . أما كوارث حرائق النفط والغاز فقد تصاحب حالات تسرب النفط السابقة عند تعرضه للإشتعال ، أو أنها تحدث نتيجة إحتراق ناقلات النفط بكامل حمولتها ، أو إنفجار شاحنات الغاز ، أو بسبب الحروب التي تنشأ بين الدول المتجارة خاصة النفطية منها .

## الحرائق

تحدث الحرائق عند توفر ثلاث عناصر أساس هي وجود المادة القابلة للإشتعال (الوقود) ، والهواء ، و إرتفاع درجة الحرارة إلى درجة إشتعال المادة ، وتختلف الحرائق بإختلاف المواد التي تشب بها النار فمنها حرائق المواد الصلبة مثل الألواح الخشبية والأثاث والمنازل والورق ، وحرائق المواد السائلة المشتعلة مثل مشتقات البترول الثقيلة والسوائل العضوية والغازات القابلة للإشتعال ، وحرائق المعدات الكهربائية مثل المحولات والمفاتيح الكهربائية وجميع المعدات والأجهزة الكهربائية ، وحرائق العناصر الفعَّالة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم والثوريوم .

ينجم عن حدوث الحرائق خسائر كبيرة في الأرواح والممتلكات فضلاً عما يصدر عنها من سحب دخانية كثيفة تؤدي إلى تلوث الهواء الجوي ، وإختناق بعض المواطنين . ومن أشهر أمثلة الحرائق حريق لندن عام ١٩٦٦م حيث إلتهمت النيران ما يقارب ثلاثة عشر ألفا ومائتين منزل وتركت مائتي ألف شخص بلا مأوى .

يمكن مقاومة الحرائق بإستخدام وسائل إطفاء يدوية متنقلة تحتوي على كميات محدودة من المادة المُطفأة وهي مصممة لمكافحة الحرائق الصغيرة ، أو بإستخدام أجهزة إطفاء ثابتة تلقائية (شبكة المرشات التلقائية) تفتح تلقائياً عند درجة حرارة معينة لرش المادة اللازمة لإخماد الحريق مثل المواد الرغوية ، وثاني أكسيد الكربون ، والمساحيق الجافة ... وغيرها

## كوارث النقل البري

على الرغم من أن وسائل النقل البري (القطارات ، والحافلات ، والشاحنات بأنواعها المختلفة) سهلت للفرد معظم احتياجاته وجعلت انتقاله وقضائه لأغراضه المختلفة أمراً ميسوراً إلا أنها في الوقت نفسه سببت له في بعض الأحيان بعض الكوارث البشرية والمادية نتيجة لسوء استعمالها . وقد أشارت الإحصائيات الدولية إلى أن أعداد ضحايا الحوادث المرورية قد تجاوزت أعداد ضحايا الحروب والأوبئة .

تتمثل كوارث النقل البري بصفة أساس في كوارث القطارات والحوادث المرورية على الطرق ، وترجع أسباب هذه الكوارث إلى وجود خلل في أداء أحد العناصر الأساس للنقل البري وهي السائق ، والمركبة ، والطريق والظروف المحيطة به .

تتمثل كوارث القطارات في اصطدام قطار بآخر ، أوالإصطدام بعائق أو حاجز ثابت على السكة ، والخروج عن القضبان الحديدية وغيرها . بينما تتمثل أغلب الحوادث المرورية في الإصطدامات بين مركبتين أو بين مركبة وقطار ، وتشير الإحصائيات إلى أن الحوادث المرورية على الطرق تودي بحياة ٣٠٠ ألف من البشر سنوياً ، وتُعرض ما يقرب من ١٢ مليون غيرهم لإصابات جسدية من مختلف الأنواع والدرجات ، إضافة إلى خسائر مادية تقدر بحوالي مائة بليون دولار أمريكي .

## تصدع وانهيار المباني

تصدع المباني هو التلف الذي يحدث بأي عنصر من عناصر المبنى مثل تشقق الحوائط ، وتقشرالهياكل الخرسانية ، وتآكل حديد التسليح أو حديد الهياكل المعدنية ، وقد يتطور هذا التصدع في حالة إهماله وعدم معالجته إلى انهيار العنصر المتصدع والعناصر القائمة عليه . أما إنهيار المبنى فيرجع سبب حدوثه إما إلى تغير مفاجيء في الأحمال كما يحدث أثناء الزلازل والفيضانات وإما إلى حدوث التصدع .

يحدث تصدع المباني نتيجة الحركة الأفقية والرأسية للمبنى عند استقراره تحت تأثير وزنه ، وأيضاً بسبب إختلاف درجة الحرارة التي تؤثر على مواد البناء بدرجات مختلفة من التمدد والإنكماش . كما أن هناك عدة عوامل تؤدي إلى تصدع المباني بصفة عامة وهي تتعلق بسوء التصميم مثل عدم مراعاة معايير تصميم العناصر الإنشائية المختلفة المكونة للمبنى ، وعدم الإعتبار الكامل للأحمال التي يتعرض لها المبنى ، وسوء التنفيذ ويشمل سوء اختيار المواد التي تدخل في إقامة المبنى مثل خواص حديد التسليح وخواص الخرسانة ومكوناتها وكذلك نوعية الاسمنت المناسب للأساسات ، وسوء إستخدام المبنى وذلك بإستخدامه لأغراض تختلف عن تلك التي جرى تصميمه من أجلها ، وأسباب أخرى قهرية مثل الحرائق ، وإنفجار سخانات المياه ، وأنابيب الغاز ، وإرتفاع مستوى المياه الجوفية .

والأمثلة على تصدع المباني وانهيارها عديد ومتنوعة وسوف يتناولها المقال بشيء من التوضيح

## كوارث النقل البحري

أدى التطور المتزايد في حجم السفن وتنوع المواد التي تحملها إلى إزدياد حركة النقل البحري وبالتالي إلى إحتمالية زيادة كوارثه .

تشتمل كوارث النقل البحري بصفة أساس على نوعين من الكوارث هما التصادم والإرتطام ، والحرائق . تمثل كوارث التصادم والإرتطام أكبر نسبة من كوارث النقل البحري ويرجع سبب حدوثها إلى عدة أسباب منها زيادة حمولة السفن ، وإزدحام الممرات المائية بالعديد من المنشآت البترولية ، وخصائص المرور ، والإجراءات المتبعة من قبل سلطات الإشراف الملاحي ، والظروف الجوية . والأمثلة على هذا النوع من الكوارث عديدة ومتنوعة من كوارث ناقلات النفط إلى كوارث سفن نقل المواطنين ، إلا أن أحدثها هي كارثة العبارة المصرية سالم إكسبريس عام ١٩٩٢م التي اصطدمت بالشعب المرجانية قرب مدينة سفاجة بالبحر الأحمر وراح ضحيتها معظم ركاب السفينة بين غريق وحريق .

ومن جانب آخر تعد كوارث حرائق السفن من أخطر كوارث النقل البحري لما ينجم عنها من سرعة انتشار الحريق ، ولأنها تحتاج إلى بذل جهود شاقة وتصرف سريع لمكافحتها ، وقد تؤدي إلى خسارة كاملة للسفينة ، ومن أهم الأسباب التي تؤدي إلى زيادة كوارث الحريق هي عمليات الصيانة واللحام ، وزيادة الأحمال ، والإهمال الشديد ، والأعطال الكهربائية ، وخطوط المواسير الساخنة .

# الكوارث النووية

د. محمد فاروق أحمد

**مع بداية استغلال الإنسان للطاقة النووية منذ مطلع النصف الثاني من القرن الحالي واجهت البشرية نوعا جديدا من الحوادث ، وتضمنت المعاجم والقواميس اللغوية مصطلحات جديدة لم تكن مألوفة من قبل كالحوادث والكوارث النووية ، والحماية الإشعاعية ، والأمان النووي . ولحسن الحظ حظيت قضايا الحماية والأمان النووى باهتمام عامة الناس نظراً للرعب النووى الذي خلّفه تفجير هيروشيما ونجازاكى باليابان في نفوسهم ، فضلا عن إدراك العلماء العاملين في مجال الطاقة النووية بمخاطرها وخصائصها التدميرية جنبا إلى جنب مع منافعها العديدة ومردوداتها الإيجابية .**

و قد أدى ذلك الإدراك إلى قيام عدد من العلماء من بعض دول العالم الرائدة في هذا المجال بتأسيس لجنة عالمية عام ١٩٢٨م أطلقت على نفسها إسم اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع . كما أدى الرعب النووى إلى دفع الجمعية العامة للأمم المتحدة إلى إنشاء اللجنة العلمية للأمم المتحدة حول تأثيرات الإشعاعات الذرية عام ١٩٥٥م التي تعني بدراسة مخاطر وتأثيرات الإشعاعات المؤينة على الإنسان ، فضلاً عن تأسيس الوكالة الدولية للطاقة الذرية عام ١٩٥٧م التي تقوم بتطوير التطبيقات السلمية لهذه الطاقة الجديدة في كافة المجالات النافعة للبشرية . كذلك أسست بعض الدول



المتقدمة في مجال الطاقة النووية والمدركة لمخاطرها لجانا أو مؤسسات وطنية لرعاية جوانب الحماية من الإشعاع والأمان النووى ، وبذلك حظيت المخاطر النووية برعاية لم تحظ بها مخاطر أخرى كثيرة وأصبحت قضايا الأمان النووى من القضايا الرائدة والسباقة الهادفة إلى حماية البشرية من المخاطر والكوارث النووية .

## الطاقة النووية واستخداماتها

تنتج الطاقة النووية عن القوى الهائلة التى أودعها الخالق سبحانه وتعالى في نواة الذرة . وتنبعث هذه الطاقة من النوى فى صورة إشعاعات كهرومغنطيسية أو جسيمات نووية تندفع بسرعات فائقة عند تفكك بعض النوى غير المستقرة أو اندماج النوى الخفيفة مثل نظائر الهيدروجين أو إنشطار بعض النوى الثقيلة كاليورانيوم .

تمكن الإنسان خلال العقود الخمسة الأخيرة من استغلال الطاقة النووية لخدمة التقدم التقني في عدة مجالات منها **الطب** مثل العلاج والتشخيص والتعقيم ، **والصناعة** مثل إنتاج العديد من أشباه الموصلات والمعالجات الكيميائية والبلمرة والكشف عن معظم العيوب الصناعية وتقنيات إختبار الجودة ، وفي عمليات التعدين والبحث عن الخامات الطبيعية والنفط .. وغيرها ، **والزراعة** مثل استنباط أنواع جديدة من المحاصيل ذات إنتاجية عالية وإنتقاء نوعيات معينة من البذور ومقاومة الآفات والحشرات وزيادة مدة تخزين المنتجات الزراعية وغيرها ، وإنتاج **الطاقة الكهربائية** حيث بلغت القدرة الكهربائية خلال عام ١٩٩٣م من المفاعلات النووية ٣٣٧,٨٢ جيجا واط ( جيجا = ١٠^٩ ) وبلغ الإنتاج من الكهرباء ٢٠٩٣,٤ تيرا واط . ساعة (تيرا = ١٠^١٢ ) بنسبة تبلغ ١٧,٥٪ من إجمالي إنتاج الكهرباء في العالم في ذلك العام، ويوضح الجدول (١) الوضع العالمي للطاقة الكهربائية المنتجة من المفاعلات النووية في العالم .

## الحوادث والكوارث النووية

يعرف الحادث النووي بأنه وضع غير مقصود تفقد فيه السيطرة جزئيا أو كليا على مصدر الإشعاع ، ويترتب عليه عواقب سيئة لا يمكن إهمالها من وجهة نظر الحماية من الإشعاع والأمان النووى ، ويمكن أن يؤدي الحادث إلى تعرض

| الـدولة | عدد المفاعلات العاملة وقدرتها | | | مفاعلات تحت الإنشاء | |
|---|---|---|---|---|---|
| | العدد | القدرة ( ميجاواط ) | نسبة الطاقة النووية إلى الكلية | العدد | القدرة ( ميجاواط ) |
| الأرجنتين | ٢ | ٩٣٥ | ١٤,٢٪ | ١ | ٦٩٢ |
| بلجيكا | ٧ | ٥٥٢٧ | ٥٩٪ | – | – |
| البرازيل | ١ | ٦٢٦ | ٠,٢٪ | ١ | ١٢٤٥ |
| بلغاريا | ٦ | ٣٥٣٨ | ٣٦,٩٪ | – | – |
| كندا | ٢٢ | ١٥٧٥٥ | ١٧,٣٪ | – | – |
| الصين | ٢ | ١١٩٤ | ٠,٣٪ | ١ | ٩٠٦ |
| كوبا | – | – | – | ٢ | ٨١٦ |
| جمهورية التشيك | ٤ | ١٦٤٨ | ٢٩,٢٪ | ٢ | ١٨٢٤ |
| فنلندا | ٤ | ٢٣١٠ | ٢٩,٠٪ | – | – |
| فرنسا | ٥٧ | ٥٩٠٣٣ | ٧٧,٧٪ | ٤ | ٥٨١٥ |
| المانيا | ٢١ | ٢٢٦٥٧ | ٢٩,٧٪ | – | – |
| المجر | ٤ | ١٧٢٩ | ٤٣,٣٪ | – | – |
| الهند | ٩ | ١٥٩٣ | ١,٩٪ | ٥ | ١٠١٠ |
| إيران | – | – | – | ٢ | ٢٣٩٢ |
| اليابان | ٤٨ | ٣٨٠٢٩ | ٣٠,٩٪ | ٦ | ٥٦٤٥ |
| كازاخستان | ١ | ٧٠ | ٠,٥٪ | – | – |
| جمهورية كوريا | ٩ | ٧٢٢٠ | ٤٠,٣٪ | ٧ | ٥٧٧٠ |
| ليتوانيا | ٢ | ٢٣٧٠ | ٨٧,٢٪ | – | – |
| المكسيك | ١ | ٦٥٤ | ٣,٠٪ | ١ | ٦٥٤ |
| هولندا | ٢ | ٥٠٤ | ٥,١٪ | – | – |
| باكستان | ١ | ١٢٥ | ٠,٩٪ | ١ | ٣٠٠ |
| روسيا الاتحادية | ٢٩ | ١٩٨٤٣ | ١٢,٥٪ | ٤ | ٣٣٧٥ |
| سلوفاكيا | ٤ | ١٦٣٢ | ٥٣,٦٪ | ٤ | ١٥٥٢ |
| سلوفينيا | ١ | ٦٣٢ | ٣٥,٥٪ | – | – |
| جنوب أفريقيا | ٢ | ١٨٤٢ | ٤,٥٪ | – | – |
| أسبانيا | ٩ | ٧١٠٥ | ٣٦,٠٪ | – | – |
| السويد | ١٢ | ١٠٠٠٢ | ٤٢,٠٪ | – | – |
| سويسرا | ٥ | ٢٩٨٥ | ٣٧,٩٪ | – | – |
| اكرانيا | ١٥ | ١٢٦٧٩ | ٣٢,٩٪ | ٦ | ٥٧٠٠ |
| المملكة المتحدة | ٣٥ | ١١٩٠٩ | ٢٦,٣٪ | ١ | ١١٨٨ |
| الولايات المتحدة | ١٠٩ | ٩٨٧٨٤ | ٢١,٢٪ | ٢ | ٢٣٣٠ |
| الإجمالي(*) | ٤٣٠ | ٣٣٧٨٢٠ | | ٥٥ | ٤٤٣٦٩ |

(*) يتضمن الإجمالي ستة مفاعلات جديدة تم تشغيلها في نهاية عام ١٩٩٣ في كل من الصين وتايوان بقدرة إجمالية مقدارها ٤٨٩٠ ميجاواط .

● جدول ( ١ ) الوضع العالمي لإنتاج الكهرباء من الطاقة النووية عام ١٩٩٣م .

إشعاعي أو تلوث بالمواد المشعة أو إنطلاق هـذه المـواد للبيئة بكميـات تتجـاوز الحـد المسموح بـه ، وقد تكـون عواقـب الحادث محـدودة سـواء من حيث عـدد الضحـايـا البشرية أو مساحة الـرقعة الملوثة وتكاليف مواجهته ، إلا أنه قد يمتـد ليتحول إلى كارثة، ويعتقد البعض أن الكوارث النـووية لا يمكن أن تنجم إلا عن المصادر الكبيرة كالمفاعلات النووية أو منشآت معالجة أو إعادة معالجة الوقود النـووى ، إلا أن الواقع قد أوضح أن المصادر المشعة الصغيرة المستخدمة في التطبيقات البسيطة قـد أسفرت عن حوادث بلغت حـد الكارثـة ، ويوضح الجـدول (٢) أهم أنواع الحـوادث النوويـة التي وقعت في

| نوع الحادث | العدد |
|---|---|
| حوادث الحرج في المفاعلات النووية | ٥ |
| حوادث مفاعلات غير مرتبطة بالحرج النووى | ٨ |
| حوادث كيميائية بمصانع معالجة الوقود | ٥ |
| مصادر إشعاع محكمة الإغلاق | ١٤٤ |
| مصادر أشعة سينية | ٦٢ |
| معجلات نووية | ١٤ |
| مصادر مشعة مفتوحة ونواتج انشطار | ٤١ |
| مصادر التشخيص والعلاج الطبي | ٢٨ |
| حوادث أخرى ( عسكرية وغيرها ) | ٧ |
| المجموع | ٣١٤ |

● جدول (٢) أهم الحوادث النووية في الفترة من ١٩٤٤ حتى ١٩٨٩م .

دول العـالـم منـذ عـام ١٩٤٤م إلـى عـام ١٩٨٩م ، بينما يوضح الجـدول (٣) توزيع الحوادث النـوويـة التـى أسفرت خسـائرها المباشرة عن عدد من حالات الوفاة .

وتجدر الإشـارة إلى أن معظم الـوفيات المباشرة قـد نجمت عن المصادر الصغيرة المستخـدمـة فـي التطبيقـات الطبيـة والصنـاعيـة ، بينمـا لم تسفـر حـوادث المفـاعـلات النـوويـة رغم جسـامتهـا عن وفيات مباشرة سـوى فى حادث تشرنوبل باكـرانيا الذي أسفـر عن وفـاة ٣١ شخصاً بين طاقم التشغيل وأطقم مواجهة الحادث . ويـرجع وصف بعـض الحـوادث النـوويـة بالكارثة إلى عدة أسباب منها : ـ

١ ـ فـداحة الخسـائر الماديـة الناتجـة عن الحـادث مثلمـا حـدث في حـادثي مفـاعل جزيـرة الأميال الثلاثـة بالولايـات المتحدة ومفاعل تشرنوبل باكـرانيا الذيِّن يقدر ثمن كل منهما بأكثر من مليار دولار أمريكى .

٢ ـ تأثيرات الإشعـاع على الإنسان المتمثلة في أربعــة أنـواع هي التأثيـرات المبكـرة والمتأخرة والوراثية والتأثيرات على الأجنة قبل الولادة .

٣ ـ النفقات الباهظة المطلوبـة لمواجهة حالة الطوارىء المتـرتبة علـى الحادث أو عنـدما يتسبب في تسرب كمية محسوسة من المواد المشعة إلى البيئة مؤدية إلى تلوثها .

٤ ـ إيـداع جرعة فعالـة جماعـية ـ جرعـة

| الدولة | عدد الحوادث | عدد الوفيات | الدولة | عدد الحوادث | عدد الوفيات |
|---|---|---|---|---|---|
| الجزائر | ١ | ٢ | المكسيك | ١ | ٥ |
| الأرجنتين | ١ | ١ | المغرب | ١ | ٨ |
| البرازيل | ١ | ٤ | النرويج | ١ | ١ |
| بلغاريا | ١ | ١ | اكرانيا | ١ | ٣١ |
| كندا | ١ | ١ | روسيا | ١ | ٢ |
| الصين | ٣ | ٦ | سويسرا | ١ | ١ |
| السلفادور | ١ | ١ | المملكة المتحدة | ١ | ٢ |
| المانيا | ١ | ١ | الولايات المتحدة | ١٤ | ٣٢ |
| إيطاليا | ١ | ١ | يوغسلافيا | ١ | ١ |
| جزر المارشال | ١ | ١ | المجموع | ٣٤ | ١٠٢ |

● جدول (٣) توزيع الحوادث أو الكوارث النووية التى أسفرت عن وفيات مباشرة (١٩٤٤ - ١٩٨٩م) .

لمجموعة من الأفراد من مصدر إشعاع معين تبين حجم الضرر الإشعاعي على هذه المجموعة ـ ملازمة كبيرة في عامة الناس مثلما حدث في عدد من الحوادث، جدول (٤)، كحادثة تشرنوبل .

## أسباب الكوارث النووية

أوضحت الممارسات العملية والخبرة المكتسبة خلال العقود الخمسة الماضية أن الحوادث والكوارث النووية قد نجمت عن عدة أسباب محدودة تتمثل في أحد أو بعض العوامل التالية :ـ

١ ـ عدم توفر السلطة الرقابية المتخصصة في أمور الحماية والأمان النووى .

| الحادث | الجرعة الجماعية الفعالة الملازمة |
|---|---|
| مفاعل جزيرة الأميال الثلاثة ( الولايات المتحدة ) | ٤٠ |
| مفاعل تشرنوبل ( اكرانيا ) | ٦٠٠ الف |
| حادث كيشتيم ( روسيا ) | ٢٥٠٠ |
| حادث وندسكيل ( المملكة المتحدة ) | ٢٠٠٠ |
| حادث القمر الصناعي سناب | ٢١٠٠ |
| حادث القمر الصناعى كوزموس | ٢٠ |
| حادث جواريز بالمكسيك | ١٥٠ |
| حادث المحمدية بالمغرب | ٨٠ |
| حادث غوانيا بالبرازيل | ٦٠ |

● جدول (٤) الجرعات الفعالة الجماعية الملازمة عن بعض الحوادث النووية .

٢ ـ نقص أو قصور اللوائح الخاصة بالأمان النووى وعدم وجود التنظيمات والمعايير الخاصة به .

٣ ـ نقص أو قصور الإجراءات الخاصة بالأمان النووى وعدم الإلتزام بمتطلبات الترخيص بالمصادر المشعة وعدم تنفيذ الإجراءات التفتيشية .

٤ ـ نقص الخبرة البشرية وقصور التدريب على الإستخدام الأمن للمصادر والمواد المشعة ، و إهمال بعض العاملين لهذه المصادر والمواد ، وعدم إنتشار الوعى وثقافة الأمان ، وعدم تنمية روح المسؤولية لدى العاملين في المؤسسات التى تتداول هذه المواد على كافة مستوياتهم .

٥ ـ الأخطاء البشرية للإنسان والأعطال الفنية للمعدات .

## أمثلة للحوادث النووية

شملت الحوادث النووية كافة مجالات إستخدام الطاقة النووية بشقيها المدنى والعسكرى ، لكنها تركزت في مجال التطبيقات الطبية والصناعية ، كما نجمت الحوادث بسبب الممارسات المختلفة في التعامل مع المواد المشعة أو النووية بما فيها عمليات النقل ، وسوف يتم استعراض بعض أنواع هذه الحوادث على النحو التالي :ـ

### ١ ـ المفاعلات النووية المدنية

يعد حادثا مفاعل جزيرة الأميال الثلاثة بالولايات المتحدة الأمريكية ومفاعل تشرنوبل باكرانيا بالإتحاد السوفيتي سابقاً أهم حادثين لمفاعلات توليد الطاقة الكهربائية .

● **حادث جزيرة الأميال الثلاثة :** وقع في مارس ١٩٧٩م عند فشل إنغلاق صمام تخفيف الضغط مما أدى إلى حدوث تلف شديد في عناصر الوقود النووى غير المبرد وانصهارها ، وانطلاق كمية من نواتج الإنشطار النووى المشعة إلى مبنى إحتواء المفاعل ، ولحسن الحظ ساعد وجود هذا المبنى في عدم تسرب كميات كبيرة من الإشعاع إلا أنه قد تسربت إلى البيئة كميات قليلة تمثلت في حوالي ٣٧٠ بيتابكرل ( البيتا = $10^{15}$ ) من الزينون ١٣٣ المشع وحوالى ٣٣٠ غيغا بكرل من اليود ١٣١ المشع .

وقد تم تقدير القيمة القصوى للجرعة الفعالة الناجمة عن إشعاعات جاما لأى فرد من السكان القاطنين حول المفاعل بما لا يزيد عن ٨٥٠ ميكروسيفرت في حين قدرت الجرعة المتوسطة للفرد في الدائرة المحيطة بالمفاعل ـ بنصف قطر ٨٠ كيلو مترا ـ بما لا يزيد عن ١٥ ميكروسيفرت . ونتيجة لإنصهار جزء من لب المفاعل فإنه لم يعد صالحا للتشغيل وتم إيقافه للأبد .

● **حادث تشرنوبل :** وقع في ٢٦ أبريل عام ١٩٨٦م عندما أريد إيقاف المفاعل بغرض صيانة دورية ، وكان من المقرر استغلال عملية إيقاف المفاعل التى تستمر عدة ساعات في إجراء تجربة تهدف إلى إمكانية إستغلال القدرة الكهربائية المتولدة عند الإيقاف الفجائي للمفاعل . ووقع الحادث نتيجة لسلسلة متتابعة من الأخطاء التى ارتكبها المشغلون ولعدد من الإنتهاكات الصريحة لقواعد تشغيل هذا النوع من المفاعلات الذى يتميز بخاصية معروفة وهى معامل المفاعلية الموجب لدرجة الحرارة ـ زيادة قدرة المفاعل بزيادة درجة الحرارة ـ عند قدرة التشغيل المنخفضة ، ونتيجة لهذه الأخطاء والإنتهاكات إرتفعت في ثوان معدودة درجة حرارة المفاعل إرتفاعا هائلا مما أدى إلى حدوث إنفجار كيميائي (وليس نووى) أطاح

بغطاء المفاعل الفولاذي وتطايرت كتل الجرافيت ـ المستخدمة لتهدئة النيوترونات ـ من لب المفاعل إلى خارجة ، كما تطايرت كميات كبيرة من الوقود النووى ونواتج الإنشطار إلى البيئة ، واستمر إنطلاق المواد المشعة لمدة عشرة أيام بعد الحادث حيث تمت بعدها السيطرة على المفاعل وتبريده ودفنه إلى الأبد ، ويعد حادث مفاعل تشرنوبل من أكبر الكوارث النووية حيث نجم عنه مايلي : ـ

* وفاة ثلاثين فردا من بين أفراد طاقم التشغيل ورجال الإطفاء في خلال ثلاثة أشهر بسبب التعرض الإشعاعى الحاد .

* إنطلاق كمية من نواتج الإنشطار المشعة المختزنة في المفاعل تقدر بحوالي ٢ إيتابكرل (الإيتا = $١٠^{١٨}$) وكان أهمها السيزيوم ١٣٧ والسيزيوم ١٣٤ ، واليود ١٣١ والسترونشيوم ٩٠ وغيرها .

* تهجير ١١٥ ألف من السكان القاطنين في دائرة يبلغ نصف قطرها ٣٠كم حول المفاعل حيث اعتبرت هذه المنطقة شديدة التلوث .

* تلوث مساحات شاسعة من الأرض ـ داخل جمهوريات اكرانيا وروسيا البيضاء وروسيا الاتحادية فضلا عن مساحات أخرى كبيرة في عدد من دول أوربا ـ بالمواد المشعة خاصة السيزيوم ١٣٧ و ١٣٤ والسترونشيوم ٩٠ .

* إحداث أضرار مستقبلية بين البشر سوف تنجم عن الجرعة الفعالة الملازمة قدرتها اللجنة العلمية للأمم المتحدة بحوالى ٦٠٠ ألف فرد . سيفرت تركز ٤٠٪ منها داخل حدود الاتحاد السوفيتى سابقاً ، ٥٧٪ في دول أوربا المختلفة ، ٣٪ توزعت على باقى الدول في نصف الكرة الشمالى .

## ٢ ـ المنشآت العسكرية

من أشهر الحوادث النووية في المنشآت العسكرية والتي كان لها آثار سلبية حادثان هما : ـ

● **حادث بلدة كيشتيم :** وقع في جنوب جبال الأورال في روسيا الاتحادية في سبتمبر عام ١٩٥٧م نتيجة حدوث تآكل في أحد خزانات النفايات المشعة عالية المستوى في مصنع البلوتونيوم بمقاطعة تشيليابنسك نتيجة قصور في نظام تبريد الخزان الذى بلغ حجمه حوالي ٣٠٠ متر مكعب ، مما أدى إلى إرتفاع درجة حرارته حتى حوالى ٣٥٠ْم ، الأمر الذى أدى إلى تبخر الماء من الخزان وتجمع رواسب صلبة في صورة مركبات كيميائية من النترات والأسيتات أدت إلى حدوث إنفجار شديد في الخزان بلغت قدرته مايعادل ٧٠ ـ ١٠٠ طن من مادة T.N.T شديدة الإنفجار ، وأدى ذلك إلى إنتشار كمية من النويدات المشعة في البيئة تقدر بحوالى ١٠٠ بيتا بكرل بينما بقيت حوالى ١٠٠٠ بيتا بكرل في منطقة الحادث . وقد تم تقدير الجرعة الفعالة الملازمة الناتجة عن هذا الحادث بحوالي ٢٥٠٠ فرد سيفرت .

● **حادث وندسكيل :** وقع بالمملكة المتحدة في أكتوبر عام ١٩٥٧م أثناء إجراء بعض العمليات الروتينية على الجرافيت ـ المستخدم لتهدئة النيوترونات ـ الموجود في المفاعل المبرد بالغاز . ونتيجة لبعض أخطاء التشغيل إرتفعت درجة حرارة الجرافيت فاشتعلت فيه النار واستمرت مشتعلة لثلاثة أيام . مما أدى إلى إنطلاق كمية من المواد المشعة ونواتج الإنشطار قدرت بحوالي ٧٤٠ تيرابكرل من اليود ١٣١ ، وحوالى ٢٢ تيرابكرل من السيزيوم ١٣٧ ، وحوالى ١٢٠٠ تيرابكرل من الزينون ١٣٣ فضلا عن حوالى ٩ تيرابكرل من البولونيوم ٢١ .

## ٣ ـ نقل الأسلحة النووية

سجلت الهيئات العالمية المعنية بالأمان النووى أربعة عشر حادثا من حوادث نقل الأسلحة النووية جوا وبحرا . ومن أشهر هذه الحوادث مايلي : ـ

● **حاث تصادم طائرتين :** حدث بالقرب من بلدة باليمار بأسبانيا في يناير ١٩٦٦م بين قاذفة قنابل وطائرة تموين تابعتين للأسطول الأمريكي أثناء عملية تموين بالوقود في الجو ، مما أدى إلى سقوط القنابل الهيدروجينية الأربع التى كانت تحملها القاذفة ، وأثناء السقوط لم تنفرج المظلات الخاصة بقنبلتين ، الأمر الذى أدى إلى بدء تشغيل الشحنة الإعتيادية لكل منهما وإنطلاق المادة الإنشطارية عند إصطدامهما بالأرض ( لم يحدث تفجير نووى ) . وأدى الحادث إلى تلوث منطقة محدودة بالبلوتونيوم ٢٣٩ والبلوتونيوم ٢٤٠ . أما القنبلتان الأخريتان فقد هبطتا بأمان ، ووجدت إحداهما في مجرى نهر جاف في حين سقطت الأخرى في البحر ، وقد بدأت قياسات تركيز البلوتونيوم في المنطقة منذ الحادث واستمرت حتى عام ١٩٨٨م لتقويم المخاطر النووية الناجمة عنه .

● **حادث سقوط طائرة :** وقع في ثول بجرينلاند في يناير ١٩٦٨م لطائرة محملة بأربعة رؤوس هيدروجينية ، وأدى سقوطها إلى بدء تشغيل المركبات شديدة الإنفجار دون غيرها ، مما أدى إلى إنتشار البلوتونيوم في مساحة محدودة .

● **حوادث الغواصات النووية :** وقعت عدة حوادث لها في البحار المختلفة أدت إلى غرق أكثر من ٤٨ سلاحا نوويا ، وأحد عشر مفاعلا نوويا في قيعان البحار والمحيطات ، ومن بين حوادث الغواصات النووية والتي كانت تحمل عددا كبيرا من الأسلحة النووية حادثتين هما : ـ

١ ـ الغواصة التى غرقت قرب شواطىء برمودا في أكتوبر عام ١٩٨٦ .

٢ ـ والغواصة التي غرقت في قاع بحر النرويج في أبريل عام ١٩٨٩م .

## ٤ ـ عودة سفن الفضاء

حدثت بعض الحوادث النووية أثناء عودة بعض سفن الفضاء للأرض من أهمها مايلي :ـ

● **حادث احتراق السفينة سقاب ٩ أ :** وذلك في عام ١٩٦٤م أثناء عودتها إلى الأرض ، مما تسبب في انتشار مايقرب من ٦٠٠ تيرا بكرل من البلوتونيوم ـ مصدر الطاقة في السفينة ـ في الجو .

● **حادث إحتراق السفينة كوزموس ٩٥٤:** وقع في يناير ١٩٧٨م أثناء عودتها إلى الأرض ونشر كمية من الملوثات المشعة فوق المناطق الشمالية الغربية من كندا .

## ٥ ـ تطبيقات المصادر المشعة

أسهمت التطبيقات الطبية والصناعية للمصادر المشعة بالنصيب الأكبر من الحوادث النووية ، وعلى الرغم من صغر المصادر المستخدمة في هذه التطبيقات إلا أنها أدت إلى العدد الأكبر من الوفيات فضلا عن إحداث تلوثات نووية إمتدت لمساحات كبيرة في بعض الأحيان . ومن أمثلة الحوادث الشهيرة لهذه التطبيقات مايلي : ـ

● **حادث حواريز بالمكسيك :** وقع عند استخدام أحد المستشفيات مصدرا من الكوبلت المشع منذ عام ١٩٧٧م بنشاط إشعاعي حوالى ٣٧ تيرابكرل لعلاج مرضى السرطان ، وفي ٦ نوفمبر ١٩٨٣م فُقِد المصدر ثم بيع لمستودع للخردة وتم كسره مما أدى إلى إنتشار كرات الكوبلت ٦٠ المشع مع عمليات نقل الخردة ، وفي ١٤ ديسمبر من نفس العام تم صهر الخردة في أحد مصانع الصلب واستخدمت منتوجات المصنع المعدنية في عدد من الدول من بينها المكسيك والولايات المتحدة الأمريكية ، وقد تم اكتشاف الحادث بالصدفة البحتة عند تسجيل أجهزة المراقبة في معامل لوس ألاموس صدور إشعاعات نتيجة لمرور شاحنة تحمل طاولات مصنوعة من هذا الصلب ، وقد أوضحت الدراسة والمتابعة تلوث عدد كبير من الشوارع والمنازل في مدينة المكسيك بالكوبلت ٦٠ المشع فضلا عن تعرض أكثر من ألف شخص لجرعات إشعاعية متفاوتة بلغت أكثر من ٣ سيفرت .

● **حادث المحمدية بالمغرب :** وقع في عام ١٩٨٤م عند إجراء بعض الإختبارات ـ باستخدام مصدر إيريديوم ١٩٢ تبلغ شدته أقل من ٣ تيرابكرل ـ على خامات معدنية حيث سقط المصدر من درعه على الأرض ، وأخذه أحد السكان إلى منزله دون علمه بخطورة محتواه ، مما أدى إلى وفاة أفراد الأسرة بالكامل وعددهم ثمانية ، وقد اكتشف الحادث بالصدفة البحتة أثناء تقصى سبب الوفاة .

● **حادث غوانيا بالبرازيل :** وقع في سبتمبر عام ١٩٨٧م عند فقد إسطوانة من الرصاص تحتوى على مسحوق من السيزيوم ١٣٧ المشع بنشاط إشعاعي حوالى ٥٠ تيرابكرل من جهاز غير مستخدم تابع لمعهد غوانيا للعلاج بالإشعاع ، وبيعت الإسطوانة لتاجر خردة فأخذها وكسرها مع زميلين له يوم ١٩ سبتمبر ، وتناولت إبنته جزءً من مسحوق السيزيوم المشع وطلت به أيديها وجسمها ، وأخذ التاجر باقى المسحوق وتركه في بيته مما أدى إلى وفاة أربعة أفراد من أسرته وظهور أعراض الحروق والتشوهات على عدد كبير من جيرانه وأقاربه ، وتم اكتشاف الحادث في ٢٨ سبتمبر من نفس العام . وقد تكلفت نفقات المواجهة حتى الخامس من اكتوبر عام ١٩٨٧م خمسة ملايين دولار أمريكى تضاعفت كثيرا بعد ذلك ومازال الحادث خاضعا للمراجعة والتقويم .



● دفن النفايات المشعة التي تسببت في حادث غوانيا بالبرازيل .

## إجراءات الأمان النووي

أوصت المنظمات الدولية المعنية بأمور الحماية والأمان النووي بإنشاء الكيانات المتخصصة في هذه الأمور ، ووضع النظم والقواعد التي تحكم جميع الممارسات التى تتضمن إشعاعات مؤينة أو مصادر مشعة وذلك للإستفادة من فوائد الطاقة النووية وجوانبها الإيجابية في شتى المجالات مع خفض المخاطر الناجمة عنها إلى الحد المقبول ، ومن أهم هذه التوصيات مايلي : ـ

● إنشاء سلطة تنظيمية وطنية مستقلة تستمد قوتها من سلطة عليا في الدولة ، وتوفير كافة التخصصات العلمية والتقنية اللازمة لتغطية جوانب الحماية من الإشعاع والأمان النووى لها ، ومنحها الصلاحيات والإمكانات التى تمكنها من مراقبة الإلتزام بالتنظيمات والمعايير الخاصة بالحماية والأمان .

● وضع التنظيمات والمعايير والمتطلبات الخاصة بجميع الممارسات التى تتضمن تعرضا للإشعاعات المؤينة ، وتحديد المسؤوليات بدقة ، ووضع آليات وتفاصيل الإجراءات والتفتيشات الواجبة .

● تطبيق برامج متكاملة لإختبار برامج الحماية والأمان وبرامج الطوارىء الإشعاعية وتنفيذ جميع القياسات النووية الهادفة لتأكيد جودة القياسات والإلتزام بالتنظيمات .

● مراجعة التدريب التخصصي للمستويات البشرية المختلفة والتدريب على أمور الحماية والأمان ، وتوفر الخبرات البشرية المؤهلة لمراقبتها .

● توفير جميع المعدات والتجهيزات الفنية اللازمة للحماية والأمان .

● نشر الوعي بالمخاطر النووية ونشر ثقافة الأمان بين العاملين بالإشعاعات أو المواد المشعة على كافة المستويات .

# كوارث الصناعات الكيميائية

د. حسن أحمد تيّم

تتبوأ الصناعات الكيميائية مركز الصدارة بين سائر الصناعات بشكل مطلق ، فهي تشكل الجزء الأكبر من الصناعات في معظم الدول ، كما أن جميع القطاعات الصناعية الأخرى ـ بلا استثناء ـ تعتمد على الصناعات الكيميائية بشكل أو بآخر . فمثلا تشكل الصناعات الكيميائية الجزء الأكبر والأهم من الصناعات المرتبطة بإنتاج الطاقة ومصادرها والمتعلقة بالبترول والغاز والفحم ومشتقاتهما ، كذلك تعتمد الطاقة النووية أو الطاقة الشمسية على الصناعات الكيميائية في استخراج ومعالجة وتنقية الوقود النووي ، وفي تصنيع الخلايا الشمسية ، والمواد المستخدمة في الأجهزة والمعدات والبطاريات للطاقة الشمسية ، أما الزراعة وما يتعلق بها من صناعات زراعية فإنه لا بقاء لها بدون الصناعات الكيميائية الضرورية لصناعة المبيدات الحشرية والأسمدة ومعالجة المواد الغذائية وغيرها .



ويظهر دور الصناعات الكيميائية في وسائل النقل والمواصلات ، وذلك من خلال تصنيع مختلف القطع الداخلة في صنع هذه الوسائل ، وكذلك في صناعة المواد اللازمة لصيانتها وتشغيلها ، كما لايخفى أن التطور الهائل الذي نعيشه في مجال الاتصالات وتخزين المعلومات ومعالجتها كان بفضل الله ثم بفضل الصناعة الكيميائية لتوفيرها مواد فائقة الكفاءة والحساسية تشكل القلب النابض لأجهزة الحاسب الآلي والاتصالات .

يعد قطاع الصناعات البتروكيميائية أهم قطاع الصناعات الكيميائية إذ يشكل ٨٠٪ أو يزيد من الصناعات الكيميائية ، وهو يضم الصناعات المرتبطة بالنفط والغاز الطبيعي مثل صناعات الأسمدة الكيميائية ، المواد البلاستيكية المستخدمة في التعبئة والتغليف وقطع السيارات ، ومكونات مختلف أجهزة الكمبيوتر ، والاتصال ، والنقل ، والأثاث ، والأدوية ، ومواد التجميل، والمواد البتروكيميائية الوسيطة ، والمنظفات ومشتقاتها ، والدهانات ، وكثير من الأغذية ومضافاتها ، والمواد المتعلقة بمعالجتها في الإنتاج والتخزين .

وتتميز الصناعات الكيميائية بأنها صناعة خطرة في مرحلة أو أكثر من مرحلة ، فقد يرتبط إنتاجها بإستخدام مواد خطرة أو سامة ، أو أنها تنتج مواد خطرة أو سامة على شكل منتجات وسيطة أو نهائية ، وبوجود هذه المواد الخطرة يصبح حدوث الكوارث أمراً متوقعاً .

ولعله من المفيد هنا أن نشير — قبل التطرق لكوارث الصناعات الكيميائية ـ إلى أن وضع الصناعات الكيميائية في المملكة العربية السعودية لايختلف عن وضعها في أي بلد صناعي آخر من حيث كونها تشكل جزءاً أساسياً من القطاع الصناعي ككل ، ومن حيث علاقتها الوثيقة بالبترول ومشتقاته ، إذ تضم المملكة أكبر مجمع للصناعات البتروكيميائية في العالم في مدينة الجبيل الصناعية ، وتنتج شركة سابك حوالي ٢٠ مليون طن من المنتجات البتروكيميائية سنوياً ، كما أن المملكة تضم أكثر من ألفي

مصنع مرتبط بالصناعات الكيميائية بشكل أو بآخر ، ولهذا فإن موضوع كوارث الصناعات البتروكيميائية موضوع متجدد الأهمية بالنسبة للمملكة .

## أسباب الكوارث الكيميائية

يجدر التنبيه هنا إلى أن الحديث عن الكوارث لايتضمن الحوادث التي يتم السطيرة عليها بالإمكانات المحدودة للمنشأة ، فالكارثة هي حدث مفاجيء يؤدي إلى أضطراب الحياة اليومية ينتج عنه أضرار في الأرواح والممتلكات وخسائر في الأموال ، وتتطلب مواجهته والحد من أضراره تضافر الجهود المحلية - زيادة على إمكانات المنشأة المصابة - أو الخارجية ، وينشأ عن التعامل مع الصناعات الكيميائية التعرض لمواد خطرة أو سامه سواء كان في مرحلة المادة الخام أو الوسيطة أو المنتج النهائي ، ففي حالة المواد الخطرة فإن المادة قد تكون خطرة أساسا أو غير خطرة ، ولكنها تتحول إلي مادة خطرة في ظروف معينه مثل ظروف الأكسدة أو الاشتعال أو التفاعل . وتتميز المواد الخطرة بواحدة أو أكثر من الصفات التالية :-

* القابلية للالتهاب .
* القابلية للانفجار .
* تكوين مواد متفجرة أو ملتهبة عند اتصالها بالماء .
* تكون مواد خانقة أو كاوية أو حارقة أو مهيجة أو قارضة أو آكلة .

ومن الأمثلة على خطر القابلية للاشتعال أن الأبخرة المتسربة من السوائل القابلة للاشتعال عندما تختلط بالهواء بنسبة معينة وعند درجة حرارة كافية تحترق بدرجات عنف متفاوتة من احتراق سريع إلى احتراق لحظي إلى انفجار ، فعلى سبيل المثال ينتج عن لتر واحد من سائل البترول عند تبخره ١٨٠ لتراً من البخار وهذا بدوره إذا اختلط بالهواء انتج حجماً انفجارياً يبلغ ١٣ ألف لتر يتولد عنه طاقة تدميرية تعادل ٧ كجم من الديناميت . كذلك تتميز الهيدروكربونات غير المشبعة مثل البيوتادايئين بأنها تتأكسد بسهولة في الهواء خلال تفاعل طارد للحرارة ينتج عنه تولد غازات عند ضغط عال يولد انفجاراً في الخزانات الحاوية لها .

وفي حالة المواد السامه فإن كثيراً من المواد الكيميائية قد يسبب استنشاقها أو لمسها للجسم إصابات خطرة أويؤدي إلى الوفاة ، إذ من المعلوم أن الغازات السامة التي استخدمت في الحربين الأولى والثانية وفي حرب فيتنام ، وبعض الحروب الأخرى كحرب العراق وإيران والاعتداءات الإسرائيلية على جنوب لبنان جميعها مواد كيميائية سامة . وبديهي أن تسرب أي من هذه الغازات في المصانع التي تنتجها قد يشكل كارثة صناعية .

وتكمن الخطورة في سمية المواد الكيميائية في أن درجة سمية كثير من المتداول منها حالياً غير معروفة ، فمثلالم يعرف عن مادة كلوريد الفينيل أنها مسرطنه إلا بعد مدة من تصنيعها تجاريا ، فوضعت قوانين لحماية العاملين في مصانع إنتاجها تحدد الحد الأقصى لتركيزها في جو المصانع إلى ٥٠ جزء في المليون ، ثم دلت الدراسات على أن شدة سرطنتها أكثر مما كان يعتقد سابقاً فخفض الحد الأقصى على مراحل إلى أن وصل الآن إلى جزء واحد في المليون نظراً لأن معظم المواد الهيدروكربونية المكلورة مسرطنة ، فقد عمدت كثير من الدول إلى استبعاد الكلور من عملية تعقيم مياه الشرب واستعيض عنه بالأوزون ، بل إن هناك دعوات جادة في الدول الصناعية إلى حظر استخدام الكلور في التصنيع نهائياً .

ومما تقدم تعد معظم العمليات الخاصة بالمواد الكيميائية محفوفة بالخطر سواء كان أثناء إنتاجها ، أو مناولتها ، أو تخزينها ، أو نقلها . كما أن كل من هذه العمليات مرشحة لأن تكون مصدراً لكارثة حقيقة لواحد أو أكثر من الأسباب التالية :-

* الخطأ البشري سواء في تشغيل الآلة أو تصميمها أو سوء مناولة المواد الخطرة .
* عيوب الآلة ويشمل استخدام مواد غير مناسبة في تصنيع بعض قطع المصنع ( عن غير قصد ) أو عدم الوعي بخواص المواد المتداولة في المصنع من حيث أثرها على حسن أداء الآلات والمعدات كأن تساعد على التآكل .. إلخ .
* عدم التحسب للعوامل الجوية القاسية .
* التخريب من قبل عناصر موالية للعدو أو عناصر شغب لأسباب سياسية أو كيدية . . . إلخ .
* الحروب .
* الكوارث الطبيعية كالزلازل والفيضانات التي قد تتسبب في حرائق وكوارث تسرب .
* كوارث صناعية مصدرها خارج الوطن كحدوث كارثة حريق ، أو تسرب في بلد مجاور تطال آثاره أرض الوطن ، أو إلقاء مخلفات ضارة منتجة في بلد أجنبي بالقرب من المياه الإقليمية .
* المخلفات الخطرة للصناعات الكيميائية .

## أمثله للكوارث الكيميائية

لعله من المفيد ذكر بعض الأمثلة على كوارث الصناعات الكيميائية - بإستثناء حوادث النفط - التي حدثت خلال الربع الأخير من هذا القرن وذلك كما يلي :-

### ● كوارث التكرير ومعالجة الغاز

يرجع أسباب حدوث كوارث التكرير ومعالجة الغاز إلى أن المواد الهيدروكربونية مواد قابلة للاشتعال سهلة التطاير والانتشار ، وأن عمليات التكرير تتم في ظروف قاسية من درجات الحرارة العالية والتفاعلات الكيميائية السريعة ، إضافة لذلك فإن معالجة الغاز وخاصة إسالته تشمل توليد ضغوط عالية جداً مما يزيد من احتمال حدوث الكوارث نتيجة الانفجارات ، ويذكر أن كوارث مصانع التكرير تمثل حوالي ٤٠٪ من كوارث الصناعات البتروكيميائية التي حدثت خلال الثلاثين عاماً الماضية بينما تمثل كوارث معالجة الغاز ٧٪ ، ويبلغ متوسط الخسارة

المادية في الكوارث المذكورة ، وكوارث الصناعات الكيميائية بشكل عام حوالي ٣٦ مليون دولار ، وقد لوحظ أن أكثر كوارث التكرير تحدث في وحدة الألكلة ، وأن أخطر الأوقات في المصانع هي فترات بدء التشغيل أو إيقافه أو فترات إجراء الصيانة المرافقة للتشغيل ، وتشير معظم الدلائل إلى أن الخطأ البشري كان وراء معظم هذه الكوارث .

ومن أشهر كوارث التكرير مايلي :-

* **كارثة حريق مصفاة يونيون :** حدثت بولاية الينوي عام ١٩٨٤م نتيجة تسرب للغاز - بسبب خلل في لحام أنبوب تخزين غاز البترول المسال(LPG) - تبعه انفجار فحريق أدى إلى وفاة ١٧ شخصاً و١٤ مصاباً من جملة ٤٨ عاملاً يعملون في المصفاة . وقد تولى فريق إطفاء قوامه ١٥٠ رجلاً إطفاء الحريق خلال خمس ساعات .

* **كارثة بيمكس (Pemex) المكسيكية:** حدثت عام ١٩٨٤م نتيجة عطل كهربائي أدى إلى انفجار شاحنة غاز تابعة للشركة داخل مركز لتخزين ، وتوزيع غاز البترول المسال ، وقد أدى الانفجار إلى اتصال الحرائق في الموقع وتحويل البيوت المجاورة إلى رماد ، وقد بلغت الخسائر ٥٠٠ قتيل ، و٧٠٠٠ مصاب ، و١٥٠٠ مفقود ، وتهدم ١٥٠٠ منزل ، وتشرد مائة ألف شخص ، بالإضافة إلى دمار منشآت الشركة الوطنية للغاز ، ومجموعة من الشركات الخاصة ، وقد ساهم في إطفاء الحرائق والإسعاف أكثر من ١٥٠٠ شخص .

ومما يجدر ذكره أن ارتفاع الخسائر ساهم فيه حدوث الكارثة أثناء وردية آخر الليل في غياب بعض المسؤولين من أصحاب القرار ، واستهانة القائمين على رأس العمل بمسؤولياتهم .

## الكوارث الكيميائية

تمثل الكوارث الكيميائية حوالي ١٧٪ من الكوارث الناجمة عن الصناعات البتروكيميائية التي حدثت من خلال الثلاثين عاماً الماضية ، وقد حدثت أكثر من نصف هذه الكوارث في مصانع الإيثيلين ، ومن أشهر الكوارث الكيميائية مايلي :-

* **كارثة بوبال بالهند :** وقعت عام ١٩٨٤م، حيث أدى تسرب مادة ميثيل أيزوسيانيت (Methyl Isocyanate) - نتيجة خطأ في تصنيع الأنابيب الحاملة للمادة السامة - التي تستخدم في صناعة المبيدات الحشرية إلى مصرع أكثر من ألفي شخص نتيجة تسممهم بهذا الغاز ، وقد شغلت هذه الكارثة اهتمام العالم أجمع ، وخلفت وراءها عبراً كثيرة تمثلت في تكبد الشركة المالكة للمصنع ( شركة يونيون كاربايد ) خسائر كبيرة بإقفال المصنع وما دفعته من تعويضات للمتضررين ، وما تكبدته من سمعة سيئة . وقد أستقيت من هذه الكارثة دروس كثيرة أهمها :-

- ضرورة إحكام المراقبة على المنشآت الصناعية من حيث الالتزام باحتياطات السلامة وحماية البيئة .

- عدم السماح ببناء المصانع التي تتداول المواد الضارة أو تنتجها قريباً من المجمعات السكنية .

- عدم السماح بتخزين كمية كبيرة من المواد الضارة إذ أشارت معظم التقارير إلى أن الخسائر لم تكن لتبلغ هذه الدرجة من الفداحة لو أن مادة الميثيل إيزوسيانيت التي تسببت في الكارثة كانت تستهلك فور تصنيعها .

- كانت حافزاً لكثير من الدول ، وفي مقدمتها الدول الصناعية لأحكام مراقبة إنتاج وتداول المواد الضارة ، حيث صدرت نظم جديدة في أعقاب هذه الكارثة في بعض الولايات الأمريكية وأوربا تحتم على الشركات تقديم تقارير مفصلة عن المواد الخطرة التي تنتجها ، أو تتداولها ، أو تنقلها وتقدم خططها للوقاية من ضررها ووسائل واحتياطات مواجهة تسربها أو اشتعالها .

* **كارثة نهر الدانوب :** وتمثلت في الحريق الهائل الذي التهم مصانع شركة ساندوز السويسرية لصناعة الأدوية في مدينة باسل عام ١٩٨٦م ، وقد تم تصريف المياه المستخدمة في إطفاء الحريق إلى نهر الدانوب الذي يعد الشريان الرئيسي للمواصلات البحرية ، وموردًا أساسياً للثروة السمكية في أوربا ، فحملت مياه الصرف معها ثلاثين طناً من المخلفات الكيميائية السامة (وخاصة مركبات الرصاص) فصبغت مياه النهر باللون الأحمر لمسافة عدة أميال ، وأتت على الثروة الحيوانية في أجزاء كبيرة من النهر ، وأعلنت حالة



● بعض ضحايا كارثة بوبال بالهند .

الطواريء في البلدان المشرفة على النهر ، ونتج عن هذه الكارثة أن صدرت قوانين أكثر صرامة لحماية البيئة من نفايات الصناعة الكيميائية، كما أبرمت اتفاقات دولية بين دول الدانوب تهدف إلى حسن مراقبة تنفيذ إجراءات المحافظة على بيئة نهر الدانوب .

## كوارث المخلفات الصناعية

أما المخلفات الصناعية فإنه يمكن تسميتها بالقاتل الصامت ، إذ أن كوارثها تظهر بعد سنوات طويلة من زرع بذور الكارثة ، فقد عمدت كثير من الشركات الصناعية في غفلة من أعين منظمات حماية البيئة إلى دفن مخلفاتها الصناعية أو إلقائها في مياه البحار أو الأنهار ، لكن هذه المخلفات لم تلبث أن تفاعلت ، ونتج عن تفاعلها تسرب مواد كيميائية ضارة وسامة ، وجدت طريقها إما إلى مياه الشرب ، وإما إلى الهواء أو حتى إلى أجسام المواطنين الأبرياء ، وقد زاد الاهتمام بهذا النوع من الخطر بعد كارثة قناة الحب (love canal) في ولاية نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية ، وهو موقع كانت تستخدمه شركة منتجة للكيميائيات لتجميع النفايات الصناعية لمدة عشر سنوات في الخمسينيات وأوائل الستينيات ، ثم توقفت عن استخدامه وردمته ، وتركت الموقع لعدة سنوات ، ثم تبرعت به للدولة ، وبنيت عليه مدرسة وحي سكني ، وبعد عشرين سنة من إقفال الموقع بدأ السكان يلاحظون تسرب غازات ضارة من أرضية بيوتهم ، وشيئاً فشيئاً بدأت الإصابات تتوالى واكتشفت الكارثة ، وأخلي الموقع ، ولازالت الجهود المبذولة عاجزة عن تنظيفه بشكل نهائي .

وقد تزايد الاهتمام في مدافن مماثلة وقدر أن هناك آلاف المواقع المماثلة لقناة الحب ورصدت الحكومة الأمريكية بلايين الدولارات للبحث عن هذه المواقع ، وتنظيفها بما عرف بمشروع الدعم الكبير (Superfund) .

ومن كوارث المخلفا ت الصناعية كذلك كارثة منياماتا اليابانية عام ١٩٦٠م حيث ثبت أن عشرات الإصابات التي ظهرت على السكان ، وموت الأسماك في الخليج سببها النفايات الصناعية التي كانت تلقى في خليج ميناماتا .

## الوقاية من الكوارث الصناعية

إن للكوارث الصناعية خصائص مميزة ومشتركة لو تعرفنا عليها وأخذناها في الحسبان لامكننا وضع أسس عامة يؤدي تطبيقها إلى التقليل من احتمالات وقوع هذه الكوارث ، ويقلل من حجم الخسائر الناتجة عنها — إن حدثت — وأهم هذه الخصائص مايلي : -

١- أن الحذر مهما بلغ لن يمنع حدوث الكوارث كلية ، فيجب أن تعد العدة لمواجهتها لتقليل أضرارها مع أخذ الحيطة بتطوير وسائل المواجهة كلما ظهر جديد في أساليبها .

٢- إن ضرر الكارثة الصناعية قد لايقتصر على البلد الذي تقع فيه الكارثة فقط بل قد يمتد إلى بلدان مجاورة لادخل لها في الكارثة وأسبابها ، ثم إن التعاون الدولي في منع وقوع الكوارث الصناعية يعد أمراً ضرورياً .

٣- رغم التقدم العلمي والتقني الهائل الذي تحقق في أواخر القرن العشرين فإنه لاتزال هناك حوالي ثمانين ألف مادة كيميائية تستخدم في المصانع في العالم دون معرفة سميتها بشكل قاطع ، وليس من المستبعد أن يكتشف أن بعض المواد التي لم تؤخذ احتياطات كافية في مناولتها خلال استخدامها لسنوات عديدة ، إنها من أخطر المواد على صحة الإنسان وعلى سلامة بيئته . وبمعنى آخر فإنه قد تكون هناك مصادر مجهولة لمواد خطرة موجودة حولنا دون أن نحس بخطرها .

٤ - إن وقوع الكارثة الصناعية يشكل حافزاً قوياً لاتخاذ الاحتياطات لعدم تكرارها ويكسب خبرة في طرق معالجتها .

٥- إن الكوارث الصناعية التي صاحبتها خسائر فادحة في الأرواح إنما حدثت في المصانع المنشأة وسط المناطق السكنية أو قريباً منها .

٦- إن حدوث كارثة في مصنع معين قد يتسبب في امتدادها لمصانع مجاورة إذا كانت طبيعة تلك المصانع تسمح بذلك .

٧- إن ما يعلن من الحوادث والكوارث الصناعية أقل بكثير من الواقع ، وخاصة في دول العالم الثالث ، وإذا بلغت الكارثة حجماً لايمكن إخفاؤه ، فإن مايعلن عن الأضرار والخسائر الناجمة عنها يكون دائماً أقل من الواقع ، ولهذا فإن إجراءات الوقاية من الكوارث الصناعية وخطط مواجهتها ، يجب ألا تستهين باحتمالات وقوع هذه الكوارث .

٨ - إن ٧٥٪ من الكوارث الصناعة في أوربا تقع في المصانع وإن ٢٥٪ منها تقع أثناء نقل المواد الخطرة .

٩- إن معظم المنشآت الصناعية تولد مخلفات خطرة قد يعتقد أن تسربها إلى البيئة لايسبب ضرراً ، أو أن الضرر بسيط لدرجة يمكن معها تحمله ، لكن الحقيقة أن تراكم هذه المخلفات ، وحتى تجميعها في أماكن مناسبة دون التحسب لحجم وضرر هذه المخلفات بعد عشرات السنين قد يترتب عليه حدوث أضرار تراكمية الحجم ، كاندثار الحياة البحرية تماماً في بعض البحيرات ، أو الخلجان ، أو الانهار ، أو حدوث تلوث دائم للمياه الجوفية ... إلخ .

١٠ — إن كثيراً من الشركات العاملة في الصناعات الكيميائية تتمتع بقصر نظر عجيب فيما يتعلق بأمور السلامة والمحافظة على البيئة بسبب حرصها على تحصيل الربح السريع ، ولذا فإنه يجب عدم الإفراط في الثقة في كفاءة هذه الشركات رغم سجلها التقني الباهر أحياناً .

## الحد من الكوارث الصناعية

إن الكوارث الصناعية عكس الكوارث الطبيعية يمكن تفادي الجزء الأكبر منها ، أو بمعنى أصح يمكن التقليل من احتمالات وقوعها ، لأنها تحدث في الغالب نتيجة لأخطاء بشرية أو لخلل في الآلات أو لعدم

الإلتزام بمتطلبات الوقاية ، فإذا ما قللنا من فرص حدوث الأخطاء البشرية والآلية والتزمنا بأسس ومتطلبات الوقاية ، نجحنا في الحد من تكرار هذه الكوارث ، ومن أهم وسائل الحد من الكوارث الكيميائية مايلي : -

١ - حسن اختيار موقع المصنع أو المجمعات الصناعية ، وذلك بالأخذ في الاعتبار الأمور الأمنية والاستراتيجية تحسباً لنشوب حرب أو تخريب ، والأمور الاقتصادية من حيث قربها من موقع الاستيراد والتصدير لخفض مسافة نقل المواد الخطرة ، والأمور المتعلقة بالمناخ وتقلبات الطقس ، والبعد عن التجمعات السكنية بقدر مقبول وآمن ، والأمور الطبيعية من حيث اتجاهات ومسار السيول وتجمعات المياه ، ومناطق الكوارث الطبيعية .

٢- اتباع مواصفات ومقاييس البناء السليم حسب لوائح وأسس مدروسة تصدر عن جهات هندسية متخصصة ، ووفق معايير عالية لتقليل احتمال حدوث كارثة إلى أدنى حد ممكن .

٣ - ضرورة أن تشمل المجمعات الصناعية منذ البداية على تجهيز المعالجة التامة للمخلفات الصناعية ، أو تكون هناك خطة واضحة للتخلص الآمن من هذه المخلفات بالمعالجة أو إعادة التصنيع .

٤ - ضرورة توزيع المنشآت الصناعية داخل المجمع الصناعي بحيث لاتشكل صناعة معينة خطراً على صناعة مجاورة .

٥ - ضرورة توفير كافة المعلومات عن المواد المستعملة في التصنيع والمنتجات وخواصها لجميع العاملين في المنشأة ، ولمن لهم علاقة بأمور السلامة داخل المنشأة وخارجها ، وذلك من حيث درجة خطورتها ، وطرق التعامل معها عند التسرب أو النقل أو الحريق ، وطرق الوقاية من كل من هذه المواد أو طرق معادلتها ، ومعالجة آثار التعرض لها .

٦ - الحرص على خفض المخزون من المواد الضارة أو السامة أو سريعة الاشتعال إلى أقل حد ممكن ، وخاصة إذا لم تكن هناك حاجة ماسة لذلك كأن يكون المنتج مادة وسيطة تصنع في منشأة وتدخل في تصنيع منتج آخر في نفس المنشأة أو منشأة مجاورة ، والحرص كذلك على إبعاد خزانات المواد الضارة والقابلة للاشتعال عن بقية أجزاء المنشأة حتى لايتسبب حريق في المخازن في إشعال الحريق في بقية المنشأة أو العكس .

٧ - إحكام وسائل الرقابة والاحتياطات الأمنية .

٨ - تحديد قوانين ونظم حماية البيئة وعدم التهاون في تطبيقها .

٩ - حسن تدريب العاملين في المنشأة على خطط مواجهة الطوارىء ، وعمل تدريبات عملية دورية .

١٠ - ضرورة توفير وسائل تنفيذ خطط الطوارىء من أفراد ومعدات في كل وقت .

١١ - ضرورة توفير خطة طوارىء للكوارث تتضمن إسلوب التعامل مع الكارثة وتحديد دور كل مسؤول وكل جهاز سواء داخل المؤسسة أو خارجها من الجهات المتعاونة الأخرى .

١٢ - تطبيق أساليب الصيانة المستمرة والوقاية للمعدات والمنشآت وعدم التهاون في مراقبة عملية التطبيق .

١٣ - دراسة سجلات الكوارث في المنشآت الصناعية المماثلة ، المحلية والدولية لأخذ الدروس والعبر .

١٤ - تنفيذ احتياجات حماية البيئة منذ لحظة التصميم للمنشآت بتطبيق نظام تقييم الآثار البيئية للمنشآت الصناعية .

## تخفيف وقع الكارثة

إن الحذر لايمنع القدر ، ومهما اتخذ من احتياطات للحد من وقوع الكارثة فإنها قد تقع ، وهذه هي الحكمة التي يجب ألا ينساها أي قائم على مؤسسة صناعية ، وهي أنه مهما اتخذت من احتياطات فإن المؤسسة يجب أن تستعد وكأن الكارثة واقعة لامحالة وفي أي لحظة . وهذا مايسمى بالتخطيط المبكر لمواجهة الكوارث ، وهو يتلخص في أنه يجب أن تتوفر خطة متكاملة لمواجهة الكارثة تتصور خطوات حدوثها ، وتحدد أسلوب التعامل مع كل خطوة وتحدد متطلبات هذا التعامل من موارد مادية وبشرية وخطة



● يجب اتباع إجراءات السلامة في مثل هذه المصانع .

عمل . ويتم استظهار هذه الخطة والتدرب عملياً على تنفيذها دورياً وخطة المواجهة هذه تتصدى للكارثة من حيث مكوناتها الأصلية ، فالكارثة تشكل موقفاً مفاجئاً يتميز بضيق الوقت ونقص في الموارد البشرية والمادية .

ويتمثل الحل عند ضيق الوقت في التخطيط المسبق لحالات الكوارث وتحديد الجهات المختصة ووسائل التعاون والتنسيق مع الجهات المشتركة .

وأما النقص في الموارد البشرية ، فإن الحل فيه يتمثل في تدريب وتكوين الفرق الرئيسة والخدمات التطوعية للمواجهة الفعالة .

وأما النقص في الموراد المادية والمتمثل في الحاجة إلى أنواع من التجهيزات المناسبة وبعدد كافٍ منها لاستخدامها في التدخل الفعال ، فإن الحل له يتمثل في توفير المعدات المناسبة بالكميات اللازمة وعمل بيانات عن المصادر المتاحة والمعونات المجاورة .

## إجراءات بعد الكارثة

إن المهمة المطلوب تنفيذها بعد انجلاء الكارثة هي إعادة الأمور إلى مجراها الطبيعي الذي كانت عليه قبل وقوع الكارثة ، وإصلاح الأضرار التي وقعت وإصلاح ما تهدم وتشغيل المنشأة وعودة المهجرين وتقديم التعويضات ، والبحث عن المفقودين ومواساة المنكوبين إلخ ، ثم التقاط الأنفاس لتقويم الكارثة ومعرفة أسبابها ، والإجابة على السؤال المهم : هل كان من الممكن تفاديها ؟ ومن ثم تحديد المسؤوليات عما حدث ، وأخيراً استقاء الدروس المستفادة منها .

وتجدر الإشارة إلى أن الخطوط العريضة لبرنامج إعادة الأمور إلى مجاريها يجب أن تشكل جزءاً من خطة الاستعداد المبكر للكارثة ، ويجري تفصيل هذه الخطوط العريضة على ضوء ما يقرره الواقع من حجم الكارثة .

## الآثار البيئية للصناعات الكيميائية

لقد رأينا في الفقرات السابقة أن تسرب المواد الكيميائية الضارة يشكل أحد أسباب كوارث الصناعات الكيميائية ، بل أن أكبر كارثة في الصناعات الكيميائية في التاريخ الحديث هي كارثة بوبال التي نتجت عن تسرب مادة كيميائية سامة تمثل ضررها في طبيعتها السامة دون أن تشتعل أو تدخل في أي تفاعل آخر بعد إنتاجها ، وهناك الكوارث الناتجة عن الحروب الكيميائية والتي هي أيضاً تسرب لمواد كيميائية سامة.

وهناك تسرب آمن للمواد الكيميائية يتمثل فيما يملأ الجو حولنا من غازات غير ضارة كالأكسجين ومكونات الهواء الأخرى مادامت تتواجد بالنسب الطبيعية لها في الجو ، وكذلك الروائح الزكية المنبعثة من الأشجار والأزهار حولنا أو العطور أو روائح الأطعمة الشهية إلى آخر ذلك .

وهناك أنواعاً من التسرب بين هذين النوعين لاتضر بصحة الإنسان إذا تعرض لها بالنسب التي تتوفر بها في البيئة لكنها تؤثر في جو الكرة الأرضية بطريقة تشكل خطراً على حياة الإنسان على المدى البعيد ، ويندرج تحت هذا النوع من المواد فئتان من المواد الكيميائية هما : المواد التي تؤثر في طبقة الأوزون ، وثاني أكسيد الكربون الذي يؤثر في متوسط درجة حرارة جو الكرة الأرضية ، أما المواد الكيميائية التي تؤثر على طبقة الأوزون فتشمل المركبات الهيدروكربونية المحتوية للفلور والكلور ، وكذلك بعض المواد العضوية الأخرى . فعلى الرغم من الجدل المثار بين العلماء حول هذه المركبات إلا أنه أمكن التوصل إلى اتفاقية دولية تحظر تصنيع هذه المواد ، وانبرت الشركات الصناعية فوراً لتصنيع بدائل لها لاتضر بطبقة الأوزون .

أما ثاني أكسيد الكربون المتهم برفع درجة حرارة جو الكرة الأرضية إلى حد قد يؤدي يوماً ما إلى الأضرار بالحياة على هذا الكوكب فهو أحد المنتجات الرئيسية في الصناعات البتروكيميائية وفي عمليات الاحتراق المصاحبة لتوليد الطاقة من المواد الهيدروكربونية ، غير أن الجدل حول صحة هذا الاتهام أشد واقوى ، بل أن هناك فريقاً من العلماء يميلون إلى الاعتقاد بأن نظرية التسخين بسبب ثاني أكسيد الكربون لا أساس لها من الصحة ، وأن هناك تفاعلات وعوامل أخرى تتم في الكون تعادل هذا التسخين بحيث يبقى الوضع متزناً .

إضافة لذلك هناك مواد كيميائية تتسرب إلى البيئة معروفة الضرر ، لكن لم تبذل محاولات جادة لتنظيف البيئة منها إلا بعدما نما الوعي البيئي إلى درجة جعلت التنبه إلى خطر هذه المواد أمراً ضرورياً واتخذت إجراءات فعالة لتنظيف البيئة منها جزئياً أو كلياً ، ومن هذه المواد مركبات الرصاص المنبعثة من بنزين السيارات ، حيث أثبتت كثير من الأبحاث أنها ضارة بالصحة وخاصة للأطفال وقد تسبب التخلف العقلي . وقد عمدت الدول الصناعية وبعض الدول النامية إلى الإستعاضة عن الرصاص بمادة ميثيل ثالثي بيوتيل الإيثر (MTBE) ، غير أن بعض التقارير الواردة من بعض الولايات الأمريكية تفيد بأنه حتى هذا البديل (MTBE) ضار بالصحة وقد أوقفت بعض الولايات إستخدامه .

إن الوعي البيئي الفائق ، والتطور الهائل في الصناعات الكيميائية أديا إلى تنظيف البيئة من كثير من المواد الكيميائية التي كانت تجد طريقها إلى البيئة عبر الصناعات الكيميائية ، لكن الطريق طويل ، والمعرفة لا تنتهي ، فمع تطور طرق الكشف عن خواص المواد الكيميائية وآثارها الصحية ، قد يجد الإنسان أن بعض مايعتبره مواد صديقة الآن هي مواد ضارة ، فيسعى إلى إيجاد البديل ، ثم يتضح أن البديل ضار ويحتاج إلى بديل وهكذا ... ويبقى التحدي العلمي والتقني وتستمر الحياة ولله في خلقه شؤون .

# كوارث النفط

د. إبراهيم المعتاز

**يحظى النفط بأهمية كبيرة في العصر الراهن منذ أن تم حفر أول بئر استكشافية في عام ١٨٥٩م ، وأصبح النفط يتدفق في شرايين الصناعة وأوردتها كمصدر هام للطاقة ، وكخام للعديد من المنتجات التي تعتمد عليها حياة البشر .**

**ويعد النفط المصدر الأساس للدخل في كثير من الدول مثل دول الخليج العربي التي تنتج مايقرب ٢٤٪ من الإنتاج العالمي للنفط وتستأثر بنحو ٤٢٪ من الإحتياطي العالمي له .**

ويوجد النفط مدفوناً تحت طبقات الأرض في مكامن معينة محاطاً بالماء أو الغاز أو بهما معاً ، وتوجد هذه المكامن في اليابسة ، أو مغمورة في أعماق البحار والمحيطات . وتمر عملية إنتاج النفط وتصنيعه بمراحل مختلفة من تنقيب ، واستكشاف ، وحفر ، وضخ ، ونقل وتخزين تليها عمليات تنقية ، وفصل ، وتكرير ، وتصنيع . ويكتنف هذه المراحل بعض المخاطر التي تجعلها عرضة لوقوع حوادث تختلف في شدتها من تسرب بسيط للنفط ، وحرائق وانفجارات محدودة يمكن السيطرة عليها إلى كوارث كبيرة يصعب التغلب عليها وينجم عنها خسائر كبيرة في الأرواح والأموال .

## أسباب الكوارث النفطية

على الرغم من الحيطة الشديدة ، والعناية التامة ، واتخاذ أفضل الأساليب الوقائية وسبل السلامة الصارمة أثناء عمليات إنتاج النفط وتصنيعه ، إلا أنه قد تحدث بعض الكوارث نتيجة لأسباب طبيعية ، يصعب التحكم فيها ، مثل هبوب الرياح الشديدة ، وانعدام الرؤية بسبب الغبار أو المطر ، والزلازل والأعاصير ، أو نتيجة لأخطاء فنية بشرية مثل الإهمال وسوء الصيانة وعدم توخي الحذر ، أو بسبب الأخطاء البشرية المتعمدة التي تتمثل بصفة أساس في الحروب بين الدول. وقد تؤدي هذه الأسباب أو تلك الأخطاء إلى إصابات وحوادث نفطية تتمثل في الإنهيارات أو الإنفجارات أو التسربات النفطية والغازية أو الحرائق مؤدية إلى خسائر مادية وأضرار بيئية بالغة .

## أنواع الكوارث النفطية

تتمثل الكوارث النفطية بصفة أساس في ثلاثة أنواع هي :ـ

### ● كوارث الإنتاج

يمكن أن تحدث بعض الكوارث أثناء عملية إنتاج النفط من الآبار ، وذلك إما لأسباب طبيعية أو صنعية . ومن أشهر أمثلة كوارث إنتاج النفط مايلي :ـ

* تسرب النفط في شواطيء كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٦٩م ، وتدفقه في مياه المحيط الهادي بمعدل ٢٠ ألف لتر يومياً لمدة ١٢ يوماً مكوناً طبقة رقيقة من النفط فوق سطح الماء لمسافة طولها ١٢٨٧٤كم راح ضحيتها أعداد كبيرة من الكائنات البحرية وطيور البحر .

* إنفجار منصة إنتاج النفط في ايكونسك في بحر الشمال في ٢٢ أبريل عام ١٩٧٧م ، وتسرب حوالي ٢٠ ألف طن من النفط في المياه .

* إنفجار منصة إنتاج النفط في خليج المكسيك عام ١٩٧٩م ، وتسرب حوالي ٤٧٥ ألف طن من النفط في مياه الخليج .

* انفجار أحد الحقول النفطية البحرية بالخليج العربي ( حقل الحصباء ) ـ المملكة العربية السعودية ــ في أوائل أكتوبر ١٩٨٠م على بعد يقارب مائة كيلو متر من ساحل الخليج ، وتدفق نحو ٨٠ ألف برميل من النفط ، وإنتشاره في منطقة طولها حوالي ٩٥كم ، واستمر تدفق النفط طيلة أسبوع كامل .

* تدمير منصة أحد آبار حقل النوروز الإيراني في ١٩٨٣م بسبب الرياح الشديدة ، وتسرب حوالي ٢٠٠٠ برميل من النفط يومياً إلى مياه الخليج .

### ● كوارث النقل

تحدث بعض الكوارث النفطية عند نقل النفط ـ بوساطة الناقلات أو الأنابيب ـ بعد إنتاجه من الآبار إلى مراكز الاستهلاك أوالتكرير أوالتصنيع أوالتصدير . ومن أمثلة هذه الكوارث مايلي :ـ

* تحطم ناقلة النفط العملاقة توري كانيون في عام ١٩٦٧م على الشاطيء الجنوبي لانجلترا ، وتسرب آلاف الأطنان من النفط ، وتلويث شواطيء انجلترا وفرنسا .

* تحطم ناقلة النفط العملاقة أموكوكاديز في مارس ١٩٧٨م وانشطارها إلى نصفين وتسرب حمولتها ، ٢٢٨ ألف طن من النفط الخام ، وتلويث الشواطيء الفرنسية بطول ٢٠٠كم تقريباً .

* تحطم ناقلة نفط بساحل ريودي جانيرو في البرازيل في ٣٠ ديسمبر ١٩٨٨م ، وتسرب ٢٠٠ ألف طن من النفط الخام .

* جنوح ناقلة النفط العملاقة اكسون فاليز في آلاسكا في ٢٤ مارس ١٩٨٩م ، وتسرب ٣٦ ألف طن من النفط ، وتسببت الرياح الشديدة في انتشار النفط لمسافة ٢٠٠٠كم في وسط وجنوب ألاسكا .

* احتراق ناقلة النفط الإيرانية ( خرج ٥ ) عام ١٩٨٩م بالقرب من سواحل المغرب ، وتسرب ٧٠ ألف طن نفط في مياه المحيط الأطلسي ، وتكوين بقعة من النفط لمسافة ٢٨٦ كم .

* انفجار شاحنة نقل غاز بالقرب من مدينة تورتوزو ( Tortoso ) في أسبانيا في حزيران عام ١٩٧٨م ، ودخول خزان الغاز المحترق في مخيم لوس الفاك ( Los Alfaques ) ، وانتشاره على مسافة ٤٠٠متر ، مؤدياً إلى إحتراق المخيم ، وحدوث ١٨٠ حالة وفاة بينهم العديد من الأطفال .

* تسرب النفط من الناقلات البحرية العملاقة إلى مياه البحر أثناء عملية التخزين أو التفريغ أوأثناء تحركها في المياه بسبب تصريف مياه الموازنة ــ مياه تستعمل لحفظ توازن ناقلات النفط ــ التي تعد مصدراً كبيراً لتسرب النفط وتلويث البحار . ويوجد النفط في هذه المياه بنحو ١,٥ كيلو جرام لكل متر مكعب من مياه الموازنة ، وتشير الإحصائيات إلى أن معدل متوسط انتشار البقع النفطية المتسربة من ناقلات النفط في الفترة من ١٩٧٤م إلى ١٩٨٩م حوالي ٢٥٠ ألف طن سنوياً ، بينما يقدر حالياً التسرب النفطي الناتج عن عمليات الاستكشاف والإنتاج في مياه المحيطات بحوالي ٩ مليون طن سنوياً ، كما تقدر كميات النفط المتسربة إلى بحر الشمال من عمليات الإستكشاف والإنتاج بحوالي ٢٩ ألف طن .

* تعرض أنابيب نقل النفط إلى مخاطر مختلفة تؤدي إلى كسرها وتسرب النفط منها ومن أهم أسباب تسرب النفط من أنابيب النقل مايلي : ـ

١ ــ تلف المواد المصنع منها الأنبوب أما لخلل في التصميم أو في نوعية المادة المصنع منها أو تقادمها أو تآكل جزء منها نتيجة لعوامل التعرية أو تآكل المواد .

٢ ــ خطأ في التشغيل يعرض الأنابيب إلى ضغوط لا تتحملها .

٣ ـ كوارث طبيعية مثل انهيار التربة أو الزلازل أو الفيضانات .

٤ ـ التدخل البشري نتيجة للأعمال الانشائية من طرق وبناء وغيرها دون سابق تنسيق مع الجهات المعنية .

ومن أمثلة كوارث أنابيب نقل النفط مايلي : ـ

ــ تسرب النفط في منطقة سانتا بربارا في ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية في عام ١٩٦٩م بسبب كسر الأنبوب الناقل للنفط .

ـ تسرب النفط من الأنابيب الناقلة له من حقل شعب على بخليج السويس في صيف عام ١٩٨٣م نتيجة تآكل جزء من هذه الأنابيب ، وتسرب كمية كبيرة من النفط في مياه الخليج .

| التاريخ | ناقلة النفط | البلد المتأثر | كمية النفط المنسكب (ألف طن) |
|---|---|---|---|
| ديسمبر ١٩٧٢م | سي ستار | خليج عُمان | ١٢٠ |
| يناير ١٩٧٥م | جاكوب مياسك | البرتغال | ٨٤ |
| مايو ١٩٧٦م | أوركيولز | اسبانيا | ١٠١ |
| فبراير ١٩٧٧م | هاوايين باتريوت | هاواي | ٩٩ |
| مارس ١٩٧٨م | أموكو كاديز | فرنسا | ٢٢٨ |
| يوليو ١٩٧٩م | أتلانتيك اكسبريس | توباغو | ٢٧٦ |
| نوفمبر ١٩٧٩م | إنديبندنتا | تركيا | ٩٥ |
| فبراير ١٩٨٠م | ايرينيس سيرينادا | اليونان | ١٠٢ |
| أغسطس ١٩٨٣م | كاستيللو سولفر | جنوب أفريقيا | ٢٥٦ |
| ديسمبر ١٩٨٥م | نوفا | ايران | ٧١ |

● جدول (١) الحوادث العشر الكبرى للتسرب النفطي من ناقلات النفط ،(١٩٧٠ ـ ١٩٩٠م) .

| المصدر | النفط المتسرب ( ٪) |
|---|---|
| حوادث ناقلات نفط | ٤٢ |
| صهاريج تخزين | ٢٥ |
| خطوط أنابيب | ٢١ |
| مصادر أخرى | ١٢ |
| الإجمالي | ١٠٠ ٪ |

● جدول (٢) النسبة المئوية للنفط المتسرب وفقا لمصادره .

| المصدر | الكمية المقدرة (طن سنوياً) | النسبة المئوية |
|---|---|---|
| تسرب ناقلات | ٨٢٠٣٢ | ٪٥٧,١ |
| تسرب إنتاج | ٣٢١٦٢ | ٪٢٢,٤ |
| تسرب طبيعي | ١٣٨١٥ | ٪٩,٦ |
| تسرب مصافي | ١٣٤٧ | ٪٠,٩ |
| مصادر أخرى | ١٤٣٨٩ | ٪١٠,٠ |
| إجمالي التسربات | ١٤٣٧٤٥ | ٪١٠٠,٠ |

● جدول (٣) مصادر التسرب النفطي في الخليج العربي .

ويوضح الجدول (١) الحوادث العشر الكبرى للتسرب النفطي من ناقلات النفط ( ١٩٧٠ ـ ١٩٩٠م ) ، بينما يوضح الجدول (٢) النسبة المئوية للنفط المتسرب وفقاً لمصادره ، كما يوضح الجدول (٣) مصادر التسرب النفطي في مياه الخليج العربي .

## ● كوارث نفطية متعمدة

ترجع أسباب حدوث الكوارث النفطية المتعمدة بصفة أساس إلى الحروب التي تنشأ بين الدول خاصة الدول النفطية المجاورة لبعضها والتي يصل مدى أسلحتها إلى آبار إنتاج النفط أو مواقع تخزينه وتكريره . ومن أشهر أمثلة كوارث النفط المتعمدة مايلي : ـ

* **كارثة تدمير حقل النوروز الإيراني :** وقعت في مارس ١٩٨٣م من قبل القوات العراقية ــ إبان الحرب العراقية الإيرانية ـ خلالها مايقارب ٥٠٠ ألف برميل في مياه الخليج العربي .

| اللون | السمك (ملم) | الحجم (م³/كلم²) |
|---|---|---|
| فضي | أقل من ١×١٠⁻٤ | ٠,١ |
| زيتي متموج | أقل من ٣×١٠⁻٤ | ٠,٣ |
| أسود / بني داكن | أقل من ٠,١ | ١٠٠,٠ |
| بني / برتقالي | أقل من ١ | ١٠٠٠,٠ |

● جدول (٤) تقدير سمك وحجم بقعة النفط من لونها.

* **كارثة نفط الكويت**: قامت بها العراق في ٢٣ يناير عام ١٩٩١م حيث تم تفريغ كميات هائلة من النفط من خزانات ميناء الأحمدي، ومن ناقلات نفط راسية في الخليج العربي. وقد قدرت كمية النفط المتسربة بحوالي ٥ ملايين برميل شكلت بقعة نفطية طولها ١٣٠كم بعرض ٥ إلى ٢٥كم. ويعد تحديد كمية النفط المتسرب عملية تقديرية لصعوبة معرفة سمك بقعة النفط ومساحتها بدقة، إلا أنه يمكن تقدير سمك وحجم كمية النفط الممتد على المياه بمعرفة لون بقعة النفط وفقا للجدول (٤).

وقام العراق أيضا في ٢٤ فبراير ١٩٩٢م بتفجير وإحراق ٧٣٠ بئراً للنفط. (يعادل ٨٠٪ من آبار الكويت) كما تم تدمير مصفاة تكرير النفط في الشعيبة التي كانت تعمل بطاقة قدرها ١٩٠ ألف برميل يومياً. وقد قدرت كمية النفط المحترقة في آبار نفط الكويت في تلك الفترة مابين ٥ إلى ٦ ملايين برميل يومياً بتكلفة قدرها ١٢٠ مليون دولار وقد تسببت هذه الحرائق في انبعاث مايقارب ٥٠٠٠ طن من الكربون، وحوالي ١٠ آلاف طن من أكاسيد النيتروجين، و ٧٥٠ طن من أول أكسيد الكربون يومياً.

## مكافحة الكوارث النفطية

تتمثل أفضل وسائل مكافحة الكوارث النفطية في معرفة مصادر هذه الكوارث، والعمل على تلافيها أو منع حدوثها أو في كيفية مواجهتها والقضاء عليها. وتعد التسربات النفطية والحرائق من أبرز صور كوارث النفط، ويمكن مكافحتهما على النحو التالي: ـ

### ● مكافحة التسربات النفطية

ينجم عن التسربات النفطية تلوثاً شديداً للبيئة وخاصة البيئة البحرية، وقد لاقت هذه المسألة اهتماماً دولياً كبيراً فعقدت المؤتمرات، وأبرمت الإتفاقيات الدولية للحد من تلوث البحار بالنفط، وظهرت أول اتفاقية في عام ١٩٥٤م باسم الاتفاقية الدولية لمنع تلوث البحار بالنفط، وجرى عليها بعض التعديلات حتى ظهرت بمسمى ماربول (Marbol) ٧٣/٧٨ (الإتفاقية الدولية لمنع التلوث من السفن لعام ١٩٧٣م، وبروتوكول عام ١٩٧٨م). وتقوم المنظمة الدولية البحرية (International Maritime Organization - IMO) بالمراقبة والإشراف على تنفيذ هذه الإتفاقية. كما أن هناك بعض المنظمات الدولية والإقليمية التي كان لها اسهام بارز في الحد من تلوث المياه بالنفط مثل المركز الإقليمي لمكافحة النفط في البحر المتوسط (Regional Oil Combatting Center for the Mediterrenean Sea - ROCC)، والمنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية في الخليج العربي (Regional Organization for the Protection of Marine Environment - ROPME) وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (United Nations Environment Programme - UNEP) وغيرها.

تتعرض البقع النفطية ـ عند حدوث التسرب النفطي ـ لعوامل طبعية مختلفة منها الإنتشار على سطح المياه، بسبب قوى المد والجزر وحركة الأمواج، أو التبخر نتيجة لقابليتها للتطاير وارتفاع درجة حرارة الجو، كما قد يكون النفط مستحلباً من الزيت والماء أو مواد هيدروكربونية مؤكسدة يصعب تحللها، فضلا عن تسرب أو تعلق بعض المواد النفطية الثقيلة لتبقى مدة أطول في البحر مهددة الحياة البحرية.

ويمكن مكافحة بقع التسرب النفطي والحد من إنتشارها باحدى الطرق الثلاثة التالية: ـ

* **الطرق الميكانيكية**: وتتمثل في عدة أنواع منها: ـ

ـ أحزمة (أطواق) لتجميع النفط في منطقة محدودة، ومنع انتشاره تهيئة لمعالجته، ويجب أن تكون هذه الأحزمة قابلة للطفو بشكل مستمر، وأن يكون لها غاطس عميق يمنع تسرب النفط من تحتها، وأن تستطيع مقاومة الرياح والأمواج.

ـ مواد مانعة لحركة النفط مثل الصوف الزجاجي الذي ينشر في منطقة البقعة النفطية للحد من إنتشارها وتدفقها في منطقة أوسع.

ـ كاشطات لسحب النفط المنتشر استعداداً لسحبه بمضخات خاصة.

ـ الأحزمة الناقلة وهي عبارة عن أحزمة معدنية يلتصق عليها النفط ويتم نقله إلى منطقة أخرى حتى يمكن التخلص منه.

* **الطرق الكيميائية**: وتتمثل في استخدام عدة أنواع من المواد الكيميائية مثل: ـ

ـ مواد كيميائية مشتتة للنفط كالمذيبات العضوية الهيدروكربونية مثل الكحول مضافاً إليه ١٥ ـ ٢٥٪ من منشطات السطوح (Surfactant) تعمل على تحلله إلى قطرات صغيرة تتعلق في الماء لتتوزع في مساحات شاسعة مما يسهل تحللها نهائياً بوساطة البكتيريا التي تعيش على سطح البحر.

ـ مواد كيميائية تعمل على حرق النفط ذي اللزوجة المنخفضة.

ـ مواد كيميائية تعمل على امتصاص النفط مثل رغوة البولي يوريثين، ومادة هيجروسول المسامية، ورغوة البيرلايت.

* **الطرق الحيوية**: وتتم عن طريق التنقية الذاتية للبحر ـ الذي تقوم به الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في البيئة البحرية ـ ممثلة بعملية الأكسدة الإحيائية (التحلل الحيوي) للنفط المتسرب. كما يمكن تعزيز القوة الذاتية لهذه الكائنات بمدها بالأكسجين أو بتوفير المواد الغذائية لها خاصة النيتروجين والفسفور عن طريق مركبات زيتية تحتوي على نسب عالية من هذين العنصرين. غير أنه يصعب تحلل المكونات الثقيلة للنفط كالراتنجات والمواد الأسفلتية حيويا، وعليه ينبغي إزالتها إما

ميكانيكياً أو باستخدام مواد كيميائية تساعد على تحللها .

## مكافحة حرائق النفط

توجد عدة طرق لإطفاء حرائق آبار النفط تتمثل بصفة أساس في قطع الأكسجين عن النفط المشتعل الخارج من فوهة البئر . ومن أمثلة هذه الطرق مايلي :-

* استخدام ناقوس ضخم متنقل يوضع على فوهة البئر ليمنع وصول الأكسجين إليه مما يساعد على إخماد الحريق وإطفائه .

* رش فوهة البئر بالماء لتبريدها ، ثم تفجيرها بمفجرات مناسبة لإطفاء اللهب ، وسدها بغطاء محكم يقطع النفط المتدفق من البئر .

* حفر مخرج جانبي آخر بعيداً عن فتحة البئر الأصلية وذلك لقطع تسرب الغاز والنفط المتجهين إلى فوهة البئر ، ثم ضخ الماء والطين في البئر الأصلي لإطفائه .

* دفع مواد كيميائية خاصة إلى الآبار المشتعلة لقطع الأكسجين عنها وإطفائها مثل بوليمر البرددليف ٤ المصنع من البولي بروبلين ، والبولي أكرايلاميد .

* تغطية آبار النفط المشتعلة باسطوانة معدنية ضخمة ذات فتحة علوية يضخ من خلالها الأسمنت مع نقل النفط المتسرب من فوهة البئر من خلال فتحات جانبية في الإسطوانة .

ومن أمثلة طرق مكافحة وإطفاء حرائق النفط الطريقة التي تم استخدامها في إطفاء حرائق آبار نفط الكويت ، وهي طريقة مبسطة وبدائية ولم يستخدم فيها أجهزة معقدة أو حديثة ، ويمكن إيجاز هذه الطريقة في الخطوات التالية :-

١ - تسهيل الوصول إلى البئر المحترق بإزالة كافة العوائق المحيطة به .

٢ - العمل على خروج اللهب من فوهة البئر العليا فقط — حتى يسهل السيطرة على الحريق — عن طريق إزالة كل مايسمح بخروجه أو تسربه من الجوانب .

٣ - تغطية البئر باسطوانة معدنية مع الإستمرار في رش فوهته ، والأنابيب ، والتمديدات المعدنية المحيطة به بالماء لتبريدها .

٤ - ضخ النيتروجين السائل أو الطفلة ( طين الحفر ) عن طريق الإسطوانة المعدنية لمنع الأكسجين عن اللهب .

٥ — وضع غطاء مخروطي مجوف يسمى استنجر ( Estinger ) — عند خمود اللهب - فوق البئر ، ويضخ من خلاله الطين أو الأسمنت لوقف تدفق النفط من البئر .

ويفضل استخدام الطين بدلاً من الأسمنت وذلك لسهولة التخلص من الطين ، وإمكانية إعادة إنتاج النفط من البئر مرة أخرى .

٦ - تركيب صمام مؤقت فوق فوهة البئر لإمكانية إعادة ضخ النفط منه بعد خروج الطين .

## وسائل الوقاية والأمان

نظراً للخسائر والأضرار الجسيمة التي تسببها الكوارث النفطية ، وإضافة إلى طرق مكافحتها والقضاء عليها ، هناك عدة وسائل مساعدة أخرى يجب الأخذ بها وتطبيقها في قطاعات النفط المختلفة من استكشاف ، وإنتاج ، ونقل وتخزين ، وتصنيع لمحاولة التغلب على حدوث مثل هذه الكوارث أو الإقلال - على قدر الإمكان - من حدوثها . وتتمثل أهم وسائل الوقاية والأمان بصفة أساس في النواحي التالية :-

١ - التخطيط وأخذ الحيطة اللازمة واتباع سبل الوقاية وحماية العاملين وتدريبهم بشكل مستمر ومنتظم ، وترسيخ مفهوم الحس الوقائي لديهم في مجال الصناعات النفطية .

٢ — إتباع وسائل الأمن الصناعي عند حفر الآبار ، أو أثناء نقل أو تخزين أو تصنيع النفط .

٣ - معرفة القوانين والتشريعات المعلنة وتطبيقها لمعاقبة كل من يتهاون باتخاذ التدابير الآمنة في نقل أو تخزين أو صناعة النفط .

٤ - وضع خطط للطوارىء تكون معدة وجاهزة بشكل متكامل للتغلب الفوري على الكارثة عند وقوعها وقبل تفاقم أضرارها وانتشار مخاطرها ، مع تحديد الجهات المشرفة على تطبيق هذه الخطط ومسؤولية كل جهة للتصرف السريع المناسب حال وقوع الكارثة .

٥ - وجود جهاز مراقبة مستمرة للإبلاغ السريع عن أي ظاهرة غير سوية للجهات المختصة لاتخاذ التدابير الأمنية اللازمة .



التبريد بالماء إحدى وسائل مكافحة حرائق النفط .

# الحرائق ... أنواعها وطرق مكافحتها

د. عدلي فضل العطار

عرف الإنسان النار من خلال ملاحظته للبراكين والبرق والحرائق المشتعلة في الغابات، وكانت أول مرة يشاهد فيها النار حين رأى تطاير الشرر عندما يُقدح حجر صوان بآخر، وبمرور الوقت تطورت معرفته للنار حتى تمكن من صنع عيدان الثقاب في القرن السابع عشر.

ولقد تعلم الإنسان منذ آلاف السنين أن المياه هي السلاح الأقوى في مكافحة النيران ولكنه كان يواجه مشكلة دائمة تتمثل في نقل الكمية الكافية من الماء لإخماد اللهب بفعالية.

وكما هو معلوم فإن النار لا ترحم بل تلتهم الأخضر واليابس وكل ما يعترض طريقها حتى الإنسان نفسه لا يسلم من بطشها وفتكها فيعترضه الحريق أينما كان في البيت، أو في العمل أو في الشارع، أو في السيارة، أو في الطائرة، أو في الباخرة، أو في القطار.

وقد حدث أسوأ حريق في التاريخ بمدينة لندن عام ١٦٦٦م حينما التهمت النيران ما يقارب من مائتي وثلاثة عشر ألف منزل وتركت مائتي ألف شخص بلا مأوى، ومنذ ذلك الحين أخذت الحكومات تفكر جدياً في الوسائل الكفيلة بالقضاء على الحرائق بإنشائها المطافىء العامة، واسناد هذه المهمة للدفاع المدني، وقد يكون الحريق من صنع البشر نتيجة إفتعال أو نتيجة إستهتار في قواعد السلامة، ولكن المهم في الأمر أن يهتم الجميع، ويسارع إلى المشاركة في إطفاء الحريق عند بدء إشتعاله، حيث يكون من السهل إخماده، وتقليل الخسائر المادية والبشرية.

ليس من السهل التغلب على الحرائق إذا حدثت، ولكن من السهل منع حدوثها، فكم من المنشآت والأموال التي ضاعت والأجهزة التي تلفت بسبب إهمال بسيط أو إستهتار في إتباع أبسط طرق الوقاية.

ويحدث الحريق عادة بتوفر عناصر الحريق الرئيسية، وتسمى بمثلث الحريق أو مثلث النار، شكل (١) وتتمثل هذه العناصر فيما يلي :-

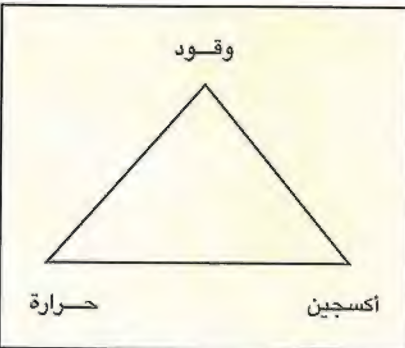
١ـ وجود المادة القابلة للإشتعال أي الوقود (Fuels).

٢ـ وجود الأكسجين الكافي، أي الهواء، كي يساعد على الإشتعال.

٣ـ إرتفاع درجة الحرارة إلى درجة إشتعال المادة.

وبإستبعاد أحد هذه العناصر يمكن التغلب على الحريق ومنع حدوثه وذلك كما يلي :-

- خفض درجة الحرارة بإستعمال الماء أو المواد الكيميائية.
- قطع الوقود المغذي وعزل الجزء المحترق.




شكل (١) مثلث الحريق.

● حجب الأكسجين (الهواء) عن المواد المحترقة بإستعمال سحب من مواد تغطى المادة المحترقة وتمنع عنها الهواء، وذلك بتغطية المادة المحترقة ببطانية أو قطعة صوف لحجب الهواء.

## أنواع الحرائق

تصنَّف الحرائق إلى أربعة أنواع حيث يستخدم تبعاً لطبيعة المواد المعرضة للإحتراق، شكل (٢). ويستخدم هذا التصنيف أساساً في إختيار نوع المطافيء.

### ١ـ حرائق المواد الصلبة

يشمل هذا الصنف (Class A) المواد الصلبة القابلة للإشتعال كالألواح الخشبية، والأثاث، والملابس، والفحم، والمطاط، والأنسجة والورق. يرافق هذا الصنف من الحرائق وهج ولهب، ويتصاعد دخان وأبخرة ضبابية، وذلك بسبب المواد الناتجة عن التفكك الحراري للمواد المحترقة تاركة مخلفات كربونية كالفحم.

وتحتوي أجهزة الإطفاء الملائمة لهذه الحرائق على الماء أو محاليل مائية تضاف لها مواد صابونية تساعد على إنتشار الماء وتوغله إلى أعماق الجزء المحترق، وبذلك يتم خفض درجة حرارة الحريق وإخماده بواسطة تبريده بالماء.

### ٢ـ حرائق المواد السائلة المشتعلة

يتضمن هذا الصنف (Class B) من الحرائق السوائل العضوية القابلة للإشتعال كمشتقات البترول الثقيلة مثل زيوت التشحيم والهيدروكربونات السائلة كالبنزين والديزل والسوائل العضوية مثل الكحول والأسيتون والأصباغ والدهانات، وكذلك الغازات القابلة للإشتعال مثل الأستلين والهيدروجين والبروبان والغازات المسالة.

وتتم السيطرة على هذا الصنف من الحرائق بعزل الجزء المحترق عن الأكسجين (الهواء الجوي) ومنع انتشار اللهب بواسطة الرغوة الناتجة من المواد الكيميائية أو بإستعمال غاز خامل مثل غاز النيتروجين أو غاز ثاني أكسيد الكربون أو بإستعمال مطافيء الهالون. ويحظر في هذا النوع من الحرائق ـ بل يمنع منعاً باتاً ـ استعمال الماء.

### ٣ـ حرائق المعدات الكهربائية

يحوي هذا الصنف (Class C) من الحرائق جميع المعدات الكهربائية كالمحولات الكهربائية، المفاتيح الكهربائية وجميع المعدات والأجهزة الكهربائية وأجهزة الكمبيوتر والطائرات.

ويجب الإهتمام في هذا الصنف بخطورة الصدمات الكهربائية التي قد تحدث بسبب التوصيل الكهربائي من خلال الوسط المستعمل في الإطفاء، ويحظر في هذا الصنف من الحرائق استعمال المياه في الإطفاء. ويُفضل إستعمال المطفئات الكيميائية الجافة أو التي تحتوي ثاني أكسيد الكربون، وعندما يتضمن الحريق معدات كهربائية ثمينة يجب عدم استعمال المطافيء المحتوية على مواد كيميائية آكلة (Corrosive).

### ٤ـ حرائق العناصر الفعَّالة

يشمل هذا النوع (Class D) حرائق العناصر الفعَّالة (Reactive Metals) مثل الصوديوم والبوتاسيوم والليثيوم والمغنيسيوم والتيتانيوم والثوريوم وكذلك هيدريدات (Hydrides) هذه العناصر، ويحتوي هذا الصنف على المركبات العضوية المعدنية. ويفضل في هذا النوع من الحرائق استخدام المسحوق الجاف حيث يعمل كغطاء على المواد الفعَّالة ويعزلها عن الهواء الجوي، ويمكن استخدام مخلوط من ملح الطعام مع الجرافيت (Graphite) أو استخدام ثاني أكسيد الكربون. ويحظر في هذا النوع من الحرائق استخدام الماء لأنها تتفاعل مع هذه العناصر بل تزيد من إحتراقها.

| الصنف | الرمز | أمثلة للمواد المحترقة | أمثلة لنوع المطافيء |
|---|---|---|---|
| حرائق المواد الصلبة | A | أخشاب، كتب، ملابس | مائية |
| حرائق السوائل المشتعلة | B | أصباغ، بنزين، زيت | الرغوية<br>السوائل الكيميائية<br>المسحوق الجاف |
| حرائق الأجهزة الكهربائية | C | أجهزة، كهرباء، سيارة | السوائل الكيميائية (الهالون)<br>المسحوق الجاف |
| حرائق العناصر الفعالة | D | Na , K , Mg , Ti , Li , U | المسحوق الجاف |

● شكل (٢) أقسام الحريق.

## وسائل إطفاء الحرائق

يمكن تقسيم وسائل إطفاء الحرائق إلى مجموعتين :ـ

### ١ـ أجهزة الإطفاء اليدوية والمتنقلة :

تحتوي أجهزة الإطفاء اليدوية والمتنقلة (Portable fire extinguishers) على كميات محدودة من المادة المُطفِئة وعليه فهي مصممة لمكافحة الحرائق وهي في بداية نشوبها أو مكافحة الحرائق الصغيرة .

### ٢ـ أجهزة الإطفاء الثابتة التلقائية

توجد أنواع مختلفة من أجهزة الإطفاء الثابتة التلقائية (Automatic Fire Extinguishers) وتسمى بشبكة المرشات التلقائية (Automatic Sprinklers) ، ويتكون النظام من سلسلة أنابيب تثبت في سقف المبنى مزودة بصمامات تفتح تلقائياً عند درجة حرارة معينة لرش المادة اللازمة لإخماد الحريق ، ولهذه الأنظمة كفاءة عالية في رش المادة المطفئة للحريق ، إذ تبلغ سرعتها ٦٠ إلى ١٤٠ لتر/الدقيقة وتعمل عند ضغط يتراوح ما بين ٠,٥ إلى ٧ ضغط جوي (٥٠٠جم/سم$^2$ إلى ٧كجم/سم$^2$) ويكفي فيها نظام واحد لرش مساحة تبلغ ٩ – ١٨م$^2$ .

وتستخدم هذه الأنظمة مواد مطفئة مختلفة تعتمد على طبيعة المواد المخزونة ، فقد يستعمل الماء أو المحاليل المائية في حالة عدم وجود خطورة عند إستخدام الماء ، أما إذا خُشي من تأثر المواد المخزونة بالماء فيجب استخدام مواد أخرى كالمواد الرغوية ، ثاني أكسيد الكربون ، المساحيق الجافة أو السوائل المتطايرة مثل كلوروبروميثان .

## أنـــواع المطافـــيء

تصنَّف معدات وأجهزة إطفاء الحرائق على أساس الوسط المستخدم في الإطفاء وذلك كما يلي :-

### ● المطافيء المائية

تعد المطافيء المائية (Water and Water Based Extinguishers) من أكثر المطافيء إستعمالاً في مكافحة النيران وإخماد الحرائق ، حيث يعد الماء أول وسيلة استخدمها الإنسان لإطفاء الحرائق ولا يزال يستعملها حتى اليوم رغم التقدم العلمي الهائل في إختراع المطافيء الحديثة المتطورة .

ويعود السبب في إنتشار المطافيء المائية إلى توفر الماء ورخصه وسهولة إستعماله بالإضافة إلى مزاياه الحسنة مثل قابليته على التبليل والتبريد وإمكانية تسربه إلى أعماق الجزء المشمول بالحريق . لهذا فإن المطافيء المائية تستخدم بفعالية عالية في مكافحة حرائق المواد الصلبة مثل الأخشاب والملابس والورق كما يمكن استعماله في إطفاء حرائق السوائل التي تمتزج مع الماء مثل الكحول والأسيتون . من جانب آخر لا يجوز استعماله اطلاقاً مع حرائق الفلزات لأنه شديد التفاعل مع هذه العناصر ، كما لا يجوز إستعمال الماء في حرائق المعدات الكهربائية والتيار الكهربائي . إضافة لذلك يمنع بل يحظر إستخدام الماء في حرائق المواد السائلة المشتعلة لإنه لا يمتزج مع مشتقات البترول بل يعمل على انتشارها .

ويمكن تحسين المطافيء المائية الحديثة إذا إستعملت معها بعض المواد الكيميائية التي لها فوائد في مكافحة الحرائق مثل غاز ثاني أكسيد الكربون حيث يخرج الماء من هذه المطافيء تحت تأثير ضغط غاز ثاني أكسيد الكربون . كما يمكن إضافة بعض المواد الكيميائية التي تمنع تجمد الماء في فصل الشتاء مثل محلول كلوريد الكالسيوم .

إضافة لذلك تساعد المواد الرغوية (الصابونية) على إنتشار الماء وتبليله للجزء المحترق مما يساعد على كفاءة الأطفاء ، وفي هذا الخصوص يتم مزج المادة الرغوية بواسطة مضخة ميكانيكية خاصة حيث ينتج اللتر الواحد من الماء بعد مزجه بالمادة الرغوية والهواء بحدود عشرة إلى عشرين ضعفاً أي (١٠ إلى ٢٠ لتراً) ، وفي هذه الحالة تسمى مطافيء ذات رغوة ميكانيكية تصلح لمكافحة حرائق المواد الصلبة وبعض حرائق المواد السائلة المشتعلة ، وتعمل الرغوة طبقة رقيقة على سطح الوقود المحترق لتحجز عنه الهواء ومن ثم تخمد النار .

تمثل المطفأة المائية بمطفأة الصودا والحامض (Soda Acid Fire Extinguisher) ، وفي هذا النوع من المطافيء يعمل غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن تفاعل




● شكل (٣) مكونات مطفأة الصودا والحامض .

كربونات الصوديوم (Sodium Carbonate) مع حامض الكبريت (Sulphuric Acid) على دفع الماء بضغط عال يجعله ينطلق إلى مسافة ٧ إلى ١٠ أمتار ويتخذ شكل رغوة الصابون الرقيقة . وتتكون هذه المطفأة شكل (٣) مما يلي :-

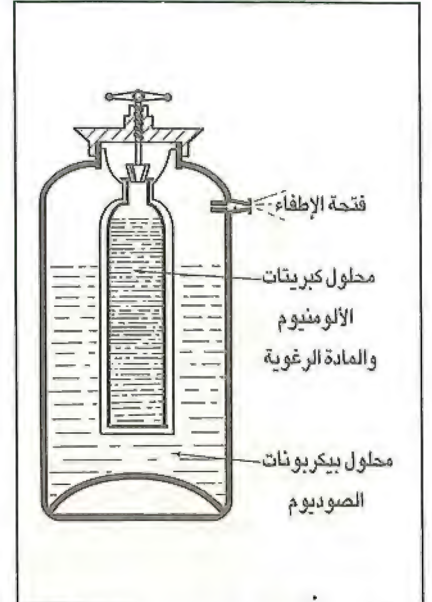
١ـ اسطوانة حديدية مبطنة من الداخل بطبقة من الرصاص أو القصدير لتتحمل ضغط يتراوح مابين ٢٥ إلى ٣٠ ضغطاً جوياً .

٢ـ حامل داخلي على شكل شبكة حديدية توضع فيه قنينة زجاجية تحوي حامض الكبريت والذي يمتزج بكربونات الصوديوم بعد سقوط غطائها عند قلب المطفأة رأساً على عقب لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون .

٣ـ غطاء معدني مسنن له ثقوب تسمح بتخفيض الضغط عند فتح الإسطوانة ويثبت في الغطاء مسمار وقابض يدفعه إلى أعلا .

٤ـ قاذف مطاطي متصل مباشرة بجسم الطفاية الداخلي .

لا تختلف المطفأة الرغوية (Foaming Extinguisher) كثيراً عن المطفأة المائية حيث أنها تعتمد على ثاني أكسيد الكربون المنتج عن تفاعل محلول بيكربونات الصوديوم مع كبريتات الألمنيوم في إطفاء الحريق ولكنها تمتاز عن المطفأة المائية بوجود كمية كبيرة من المادة الرغوية (الصابون) تجعلها مناسبة لإخماد حرائق المواد الصلبة والمواد السائلة المشتعلة .




● شكل (٤) مكونات المطفأة اليدوية للسائل الرغوي .

تحتوي الاسطوانة الخارجية (سعة ٨ لترات) للمطفأة الرغوية ، شكل (٤) على (٨٪) من محلول بيكربونات الصوديوم ($NaHCO_3$) . أما الاسطوانة الداخلية فتحتوي ١ - ٢لتر لخليط مكون من ١٣٪ من كبريتات الألمنيوم [$Al_2(SO_4)_3$] و ١٠ - ١٥٪ من الصابون (كمادة رغوية).

توجد في الجزء العلوي من الاسطوانة الداخلية فتحات تسمح بمرور المحلول ، الذي بداخلها ، إلى الاسطوانة الخارجية عندما تقلب رأساً على عقب لإنتاج خليط من غاز ثاني أكسيد الكربون والمادة الرغوية . ويتراوح ضغط التشغيل ما بين ١٠ إلى ١٥ ضغطاً جوياً مانعاً وصول الهواء ليتم إخماد النار بكفاءة أعلا من كفاءة الإخماد في جهاز الصودا والحامض .

إضافة لما ذكر تمتاز أجهزة الإطفاء الرغوية عن الأجهزة المائية بأنها يمكن أن تعمل في درجات حرارة تتراوح ما بين ٥ إلى ٥٠ °م لأن محلول بيكربونات الصوديوم يتبلور عند درجات الحرارة المنخفضة ويتفكك عند درجات الحرارة العالية منتجاً ثاني أكسيد الكربون .

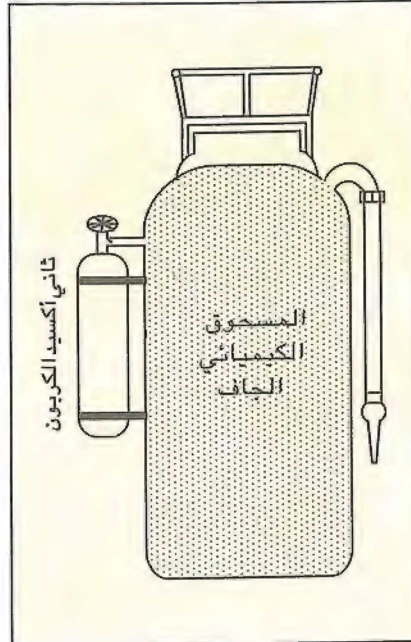
مما يجدر ذكره ، أن هذا النوع من المطافيء يحظر استخدامه في حرائق المعدات الكهربائية ، بسبب أن المواد التي بداخلها موصلة للكهرباء ، وكذلك في إطفاء حرائق العناصر الفعَّالة بسبب الطاقة الحرارية الهائلة التي تنجم عن تفاعل الفلزات مع مكونات المطفأة .

## ● مطفأة المسحوق الكيميائي الجاف

تعتمد فكرة هذا النوع من المطافيء على قذف الحريق بمسحوق كيميائي جاف بوساطة غاز ثاني أكسيد الكربون أو النيتروجين عند ضغط عال يصل إلى ٥٠ ضغطاً جوياً حيث يوضع الغاز في اسطوانة خاصة به إما داخل الاسطوانة الخارجية المعبأة بالمسحوق وإما متصلة بها من الخارج بوساطة أنبوبة خاصة ، شكل (٥).

تستعمل هذه المطافيء بمسكها عمودياً ، بعدها يتم رفع غطاء الأمان الموجود في المكبس وفتح اسطوانة الغاز ليتم قذف المسحوق الجاف نحو قاعدة اللهب ليتم إطفاء الحريق خلال دقيقة في حالة المطافيء اليدوية .

تمتاز مطافيء المسحوق الجاف (Dry-Powder Chemical Extinguisher) بأن الغاز المستخدم فيها أقل ضرراً ، وعازلاً للكهرباء ولا يؤثر في المواد ، بالإضافة إلى أن المسحوق المستخدم - أياً كان نوعه - قليل الضرر ويمكن إزالته بسهولة بعد الإستعمال .




● شكل (٥) مكونات مطفأة المسحوق الكيميائي الجاف .

يوجد نوعان من هذه المطافيء حسب المساحيق الكيميائية المستخدمة وذلك كما يلي :-

*** مطافيء بيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم** : حيث أنها إضافة لملاءمتها في مكافحة حرائق المواد الصلبة تعمل بكفاءة عالية لمكافحة حرائق المواد السائلة المشتعلة، كما يمكن استخدامها لمكافحة حرائق العناصر الفعَّالة وحرائق المعدات الكهربائية ، إلا أنها تؤثر على بعض المعدات الكهربائية أو الإلكترونية الثمينة .

وقد يحتوي هذا النوع من المطافيء على مسحوق إستيرات المغنيسيوم (Magnesium Stearate) لزيادة فعالية مكافحة الحريق .

مما يجدر ذكره أن مطافيء بيكربونات البوتاسيوم تعد أكثر كفاءة في مكافحة حرائق المواد السائلة المشتعلة ، حيث تبلغ فعاليتها في المكافحة المذكورة ضعف فعالية مطافيء بيكربونات الصوديوم .

*** مطفأة المسحوق الجاف متعدد الأغراض** : وتحوي مسحوق فوسفات الأمونيوم ثنائي الهيدروجين ($NH_4H_2PO_4$) بدلاً من بيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم . ويعد هذا النوع من المطافيء ملائماً لمكافحة حرائق المواد الصلبة ، والمواد السائلة المشتعلة ، والمعدات الكهربائية ، حيث تبلغ فعاليته لمكافحة حرائق المواد الصلبة ضعف فعالية المطافيء المائية . كما أنه أكثر فعالية من مطافيء بيكربونات الصوديوم في مكافحة حرائق المواد السائلة المشتعلة . كما أن لهذا النوع من المطافيء عدة مزايا منها :-

- إمكانية استخدامه عند درجات منخفضة تصل إلى (-٢٠ °م) .
- ملائمته في إخماد عدة اصناف من الحرائق في آن واحد .
- ملائمته للتدخل السريع خاصة عند عمليات الإنقاذ في الأماكن التي يتعذر وصول سيارات الإطفاء إليها سريعاً .

ـ ملاءمته في حرائق الأماكن التي يتعذر فيها استخدام الماء بسبب نتائجه التخريبية كما في حرائق المختبرات والمكتبات .

ـ ملاءمته في إطفاء الأجهزة الكهربائية التي يخشى عليها من التلف الناجم عن أجهزة الإطفاء الأخرى .

### مطافىء حرائق المعادن

تعد مطافىء المعادن (Combustible Metals Extinguishers) من أحد أنواع المطافىء الكيميائية الجافة . وتستخدم هذه المطافىء في مكافحة حرائق العناصر الفعّالة ، ويوجد نوعان من هذه المطافىء حسب المادة/المواد الجافة وذلك كما يلي :ـ

* مطافىء تحتوي على مسحوق فوسفات الأمونيوم ثنائي الهيدروجين ($NH_4H_2PO_4$) مع مسحوق الجرافيت (Graphite) ، حيث يعمل الجرافيت على إمتصاص حرارة الحريق .

* مطافىء تحتوي على مزيج من مسحوق ملح الطعام (NaCl) ومواد بلاستيكية غير قابلة للإشتعال ، حيث تعمل المواد البلاستيكية على ربط جزيئات ملح الطعام وتجعلها على شكل غطاء (Blanket) يعمل على عزل الهواء عن الحريق .

### مطفأة ثاني أكسيد الكربون

هذه المطفأة عبارة عن اسطوانة من الحديد الصلب أو الألمونيوم المقوى ، يبلغ سمك جدارها ٠,٥سم . تعبأ هذه المطفأة بغاز ثاني أكسيد الكربون تحت ضغط مرتفع (٥٥ – ٦٥ضغطاً جوياً) ، وبذلك فهو في هذه الحالة على شكل سائل .

تستعمل هذه المطفأة بفتح صمام الأمان وتوجيه القاذف في إتجاه الحريق ليندفع الغاز بمسافة مترين إلى ثلاثة أمتار ، وبما أن غاز ثاني أكسيد الكربون أثقل من الهواء فإنه يتغلغل داخل الحريق ليعمل على عزل الأكسجين عنه . كما أن انخفاض درجة الغاز إلى أقل من الصفر المئوي تجعله ذو تأثير قوي في خفض درجة حرارة الحريق بدرجة كبيرة .

تستخدم مطفأة ثاني أكسيد الكربون في حرائق المواد الهيدروكربونية ومشتقاتها ، وحرائق المعدات الكهربائية الدقيقة والثمينة حيث أن غاز ثاني أكسيد الكربون لا يترك أي أثر في منطقة الحريق إضافة إلى أنه غير موصل للكهرباء .

### مطافىء السوائل الكيميائية

تحتوي مطافىء السوائل الكيميائية (Liquid Chemical Extinguishers) على هاليدات الهيدكربون ، بالإضافة إلى غاز قاذف (نيتروجين أو ثاني أكسيد الكربون) . يعمل القاذف على تكوين أبخرة ثقيلة ، حال ملامسته للسائل الهالوجيني (Halogenated) تحيط بالحريق وتعزله عن الهواء .

تأتي هذه المطافىء في عدة أحجام ، وتعتمد قوة دفعها على ضغط القاذف المستخدم ، اضافة إلى ذلك فإنها تختلف حسب السوائل المستخدمة وذلك كما يلي :ـ

* **مطفأة رابع كلوريد الكربون :** وتمتاز بكفاءة عالية لإخماد الحرائق حيث أن كثافة رابع كلوريد الكربون تعادل ٣,٥ ضعف كثافة ثاني أكسيد الكربون ، وهي تستخدم لإطفاء حرائق المواد الصلبة اوالمواد السائلة المشتعلة وبعض أنواع حرائق المعدات الكهربائية ، حيث أنه لا يجوز استخدامها للأجهزة الإلكترونية الحساسة والثمينة بسبب فعل التآكل الناجم عن رابع كلوريد الكربون . ينجم عن استخدام هذه المطفأة تولد غازات وأبخرة سامة وآكلة نتيجة تفكك رابع كلوريد الكربون عند درجات الحرارة العالية إلى غاز الفوسجين ($COCl_2$) السام جداً ، وعليه يحظر استعمال هذه المطفأة في الأماكن الضيقة والمحصورة إلا إذا ارتدى مستخدمها أقنعة التنفس الخاصة . كما يجب تهوية المنطقة بعد إخماد الحريق . ومن الأفضل في الوقت الحاضر تجنب استعمالها لخطورتها الشديدة .

* **مطفأة كلوروبرومو ميثان :** وتعد من المطافىء الحديثة التي ابتكرت لإخماد حرائق الطائرات . وتوازي قوة إخماد هذه المطفأة سته أضعاف قوة إخماد مطفأة رابع كلوريد الكربون علاوة على أن مادة كلوروبرومو ميثان ($ClCH_2Br$) ليست ضارة بالصحة وتبقى مدة أطول حيث لايحتاج إلى تغيير المادة إلا بعد الإستعمال .

يستخدم الحجم العادي من هذه المطفأة للسيارات والدراجات النارية ، أما الحجم المتوسط فيستخدم لإخماد حرائق المكاتب والمطابخ وعربات النقل ، بينما يستخدم الحجم الكبير في المطارات والمصانع الكيميائية والكهربائية . تستخدم هذه المطفأة لحرائق المواد الصلبة والمواد السائلة المشتعلة والمعدات الكهربائية .



بعض أنواع مطافىء الحريق .

* **مطفأة برومو كلوروثنائي فلوروميثان:** وتزود بمادة هالون (Halon 1211) إحدى مواد الفلوركلوروكربون المعروفة بالفريون . تفضل هذه المطفأة لإطفاء حرائق السيارات ، والطائرات ، والقوارب، ومعدات الاشغال العامة ، والمختبرات ومصانع الدهانات ، وغرف الحاسب الآلي، وكبائن مقسم الهاتف . ويرجع السبب في تفضيلها إلى فعالية الهالون الشديدة في الإطفاء وإلى سميته القليلة مقارنة بالمواد الأخرى . ويعاب على هذه المطفأة أن تفكك الهالون عند درجات الحرارة العالية يتسبب في تكوين مواد تؤثر على طبقة الأوزون في الطبقة العليا للغلاف الجوي (الاستراتوسفير) .

تستخدم هذه المطفأة في حرائق المواد الصلبة والمواد السائلة المشتعلة والمعدات الكهربائية خاصة الأجهزة الإلكترونية الثمينة لأنها لا تترك أي أثر بعد الإستعمال .

* **مطفأة برومو ثلاثي فلوروميثان :** لاتختلف كثيراً عن مطفأة الهالون ١٢١١ المذكورة سابقاً من حيث المادة المستخدمة ـ المركب التجاري فريون ١٣ ب١ (Freon 13B1) والمعروف إيضاً الهالون ١٣٠١ (Halon 1301) ـ وكليهما يستخدمان لإطفاء حرائق االمواد الصلبة والمواد السائلة المشتعلة والمعدات الكهربائية ، إلا أنه يفضل استخدام مطفأة الهالون ١٣٠١ على مطفأة الهالون ١٢١١ بسبب أن الكلور الموجود في المطفأة الثانية يتسبب في سمية تبلغ ثلاثة أضعاف السمية الناجمة عن استخدام الهالون ١٣٠١ .

## مقارنة المطافىء

بالإضافة إلى مطفأة الفلزات التي تستخدم فقط لحرائق العناصر الفعّالة ، تعد مطافىء الهالون والمساحيق الكيميائية العامة ومتعددة الأغراض ومطافىء ثاني أكسيد الكربون الأكثر استخداماً لأنها تصلح لأكثر من صنف واحد من الحرائق .

ويوضح الجدول (١) مقارنة بين أنواع المواد الكيميائية المستخدمة في تلك المطافىء والتي قد تفيد القائمين بأمر الإطفاء في اختيار المناسب منها حسب نوع الحريق والإمكانيات المتاحة .

## الوقاية من الحرائق

تعني الوقاية من الحرائق منع حدوثها أو الحد والتقليل من الخسائر بعد حدوثها ، وكذلك دراسة اسبابها لمنع تكرار حدوثها .

يتم منع حدوث الحرائق بمنع عناصرها (الوقود ، الهواء ، الحرارة) من بعضها واتباع طرق الوقاية وعدم الإستهتار بأي نوع من الحريق مهما كان صغيراً ، بل يجب مكافحته منذ البداية وإخماده خوفاً من انتشاره .

وللحد من خسائر الحريق يجب اتباع ما يلي :-

١ــ اخلاء مكان الحريق ــ في حالة اندلاع النار ـ من الساكنين في أقصى سرعة ممكنة .

٢ــ استخدام النوع الملائم من المطافىء حسب صنف الحريق .

٣ـ توفير الأجهزة المناسبة لنوع الحريق المتوقع .

٤ــ إذا كان الحريق محدوداً فعلى أقرب شخص مكافحته بالمعدات المتوفرة .

٥ــ اخطار الدفاع المدني فوراً في حالة الحرائق الكبيرة واخلاء المكان بإستخدام أجهزة الإنذار (أجراس الطوارىء) والبدء في عمليات الإنقاذ الإضطرارية لحين وصول رجال الدفاع المدني والإسعاف .

٦ـ تدريب العاملين في المؤسسة المعنية على الإخلاء الفوري بحيث لا تزيد مدة الإخلاء عن ثلاثة دقائق .

٧ـ تشكيل فرقة إنقاذ في المؤسسة المعنية تكون مهمتها التدرب على إستعمال كافة معدات الحريق وأقنعة التنفس الصناعي والقيام بعمليات الإنقاذ لحين وصول رجال الإسعاف والدفاع المدني .

| المادة المستخدمة | صنف الحريق | المميزات | العيوب |
|---|---|---|---|
| هالون | A, B, C | ـ ممتاز في إخماد الحريق .<br>ـ يصل إلى الأماكن المخبأة (الضيقة) .<br>ـ عديم الضرر بالأجهزة الإلكترونية والكهربائية .<br>ـ ممتص جيد لحرارة الحريق . | ـ غالي الثمن .<br>ـ له تأثير على الصحة (خاصة هالون ١٢١١) .<br>ـ يؤثر على طبقة الأوزون . |
| المسحوق الكيميائي متعدد الأغراض | A, B, C | ـ جيد بصفة خاصة لحرائق الزيوت والسوائل المشتعلة .<br>ـ سريع في إخماد النيران .<br>ـ قليل التكلفة . | ـ يؤثر على صحة المستخدم .<br>ـ يتسبب في تلف الأجهزة الإلكترونية .<br>ـ يحتاج إلى تنظيف لأماكن الحريق .<br>ـ لا يصل إلى الأماكن المخبأة . |
| ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) | B, C | ـ ممتاز في إخماد الحرائق وتبريدها .<br>ـ يصل إلى الأماكن المخبأة في الحريق .<br>ـ لا يتلف الأجهزة .<br>لا يحتاج إلى تنظيف أماكن الحريق . | ـ له تأثير خانق في الأماكن الضيقة . |
| المساحيق الكيميائية الجافة | B, C | ـ سهل التنظيف .<br>ـ جيد في إخماد النيران .<br>ـ عديم الرائحة وغير موصل للكهرباء . | ـ غير فعّال للأماكن المخبأة .<br>ـ له تأثير على الجهاز التنفسي . |

● جدول (١) مقارنة بين أنواع المواد الكيميائية المستخدمة في المطافىء .

# كـوارث النقـل الـبري

د. سعد بن عبد الرحمن القاضي



تطورت وسائل النقل البري في عصرنا الحاضر ، وأصبحت ذات تقنيات عالية من حيث السرعة وقوة الدفع والسعة والقدرة على تلبية الاحتياجات المتزايدة للمجتمعات لنقل الأفراد والبضائع ، سواء داخل المدن أو فيما بينها ، وذلك بفعالية وبتكلفة معقولة . فالسيارة على سبيل المثال ، سهلت للفرد معظم احتياجاته وجعلت انتقاله للأغراض المختلفة أمراً ميسوراً، إلا أنها في الوقت نفسه سببت ــ في بعض الأحوال ـ الخراب والدمار نتيجة لسوء استعمالها وأدت إلى وجود مشكلات تعاني منها الدول المتقدمة والنامية على حد سواء . وقد بدأت دول العالم على اختلافها تتحسس مشكلات المرور نتيجة للزيادة الملحوظة في أعداد السيارات وماتبعها من تزايد مستمر لحوادث المرور التي تعد من أخطر المشكلات في عصرنا الحاضر لأنها تهدد الإنسان إما بالموت و إما بالعجز الدائم و إما بإصابة تعوقه لفترة من الزمن ، وهذا بدوره يضعف من الإسهام المباشر في خطط التنمية الاجتماعية والاقتصادية الوطنية .

وقد تجاوزت أعداد ضحايا الحوادث المرورية في العالم أعداد ضحايا الحروب والأوبئة ، ويعدها البعض وباء عالمياً لما لها من خصائص الوباء المتمثلة في الفاجعة المستمرة المتزايدة . وقد أكدت منظمة الصحة العالمية أن الوفيات الناجمة من حوادث الطرق في الدول التي توجد فيها أعداد كبيرة من السيارات تفوق عدد الوفيات الناجمة عن كافة الأمراض المعدية .

وفي هذا المقال سوف يتم التعريف بكوارث النقل البري من حيث أنواعها وأسبابها والآثار المترتبة عليها ، سواء الخسائر البشرية أو المادية أو البيئية ، وأيضاً استعراض أساليب التعامل مع تلك الكوارث سواء قبل أو أثناء أو بعد حدوثها .

## سلامة النقـل البـري

تشمل وسائط النقل البري كلاً من المركبات التي تسير على السكك الحديدية ( القطارات بأنواعها ) ، والتي تسير على الطرق من سيارات وحافلات وشاحنات ، بالإضافة إلى الدراجات النارية والعادية . ومن المعلوم أن السكك الحديدية تمتاز بأنها أكثر وسائط النقل البري ملاءمة لنقل السلع السائبة والسائلة والبضائع بكميات كبيرة ما بين المدن ، ونقل الركاب في المناطق المكتظة بالسكان ، ونقل المسافرين بين المدن للمسافات التي تتراوح بين مائة إلى خمسمائة كيلو متر ( ولمسافات أطول إذا كانت سرعة الوصول ليست بذات أهمية ) . بينما تمتاز مركبات الطرق البرية بمرونتها ، خصوصاً في اختيار المسارات ، وسرعتها وسهولة تحركها داخل المدن ، وهي مناسبة للنقل الفردي ولنقل البضائع العامة والسلع التجارية ذات الأحجام والكميات المتوسطة داخل المدن ، وبين المدن للمسافات القصيرة والمتوسطة .

غالباً ماتعرف السلامة بأنها الخلو من الأخطار ، ولكن نظراً لأنه يستحيل من الناحية العملية إلغاء جميع أخطار النقل البري بالكامل ، لذا يمكن تعريف السلامة بأنها الحماية النسبية من التعرض للأخطار . أما الكارثة فهي حالة طوارىء رئيسة تؤثر في عدد كبير من الناس ، وقد عرّفها البعض بأنها الحوادث التي تؤدي إلى حدوث خمس وفيات أو أكثر ( ٢٥ وفاة في بعض المراجع ومائة في مراجع أخرى ) وينطبق هذا التعريف بشكل مؤكد على كثير من حوادث قطارات الركاب ــ نظراً لكبر حمولتها من الركاب ـ إلا أنه قد لاينطبق على الحوادث

المرورية على الطرق إذا نظرنا لكل حادث على حدة ، فمعظم حوادث المركبات الصغيرة لاتصل إلى مستوى الكارثة حيث لا تتعدى آثارها المباشرة دائرة عائلة المتوفي أو المصاب . إلا أنها في مجموعها تمثل كوارث حقيقية إذ تعد السيارات أخطر أنواع وسائط النقل على الإطلاق .

## كوارث السكك الحديدية

يعد النقل بالسكك الحديدية واحداً من أكثر وسائل النقل سلامة ، إذ تشير الإحصائيات الأمريكية على سبيل المثال إلى أن معدل وفيات الركاب نتيجة حوادث القطارات أقل بكثير عنه للمتنقلين بالسيارات . حيث يبلغ معدل الوفيات للسكك الحديدية ٠,٠٤٤ وفاة لكل مليون كم مقطوع مقارنة ٠,٦٧ وفاة لكل مليون كم مقطوع بالسيارات ، ورغم ذلك تعد كوارث السكك الحديدية مسبباً رئيساً للوفيات والحوادث في عدد من الدول النامية التي تعتمد اعتماداً كبيراً على النقل بالسكك الحديدية .

### ● أنواع كوارث السكك الحديدية

تنحصر معظم كوارث السكك الحديدية ، جدول (١) ، في أنواع محدودة تشمل : ـ

١ ـ اصطدام قطار بآخر على نفس السكة ، سواء كان متوقفاً أم متحركاً في الاتجاه نفسه ولكن بسرعة أبطأ ، أو الاصطدام بقطار آخر في الاتجاه المعاكس .

٢ـ الاصطدام بعائق على السكة أو حاجز ثابت عند نهايتها .

٣ـ الخروج عن السكة .

٤ـ اختناق الركاب عند توقف القطارات البخارية داخل الأنفاق .

٥ـ اصطدام القطارات مع المركبات البرية الأخرى ( السيارات ) عند التقاطعات السطحية مع طرق السيارات .

### ● أسباب كوارث السكك الحديدية

من المعلوم أن أي نظام للنقل البري يتكون من العناصر الثلاثة التالية :ـ

**السائق ، والمركبة ، و الطريق والظروف المحيطة** . وبالتالي فإن أسباب كوارث النقل البري لاتخرج عن وجود خلل في آداء واحد أو أكثر من تلك العناصر . وقد تكون كوارث السكة الحديدية ناجمة عن أي من العوامل التالية : ـ

* **عيوب السكك الحديدية** : وتنجم إما لعيوب في القضبان أو المحولات أو المنحنيات أو الأرضية التي تحمل السكة الحديدية .

وتتمثل عيوب القضبان الفولاذية في أنها عرضة للتلف خصوصاً عند اتصالها بعضها مع بعض بالمسامير إذا لم تكن من النوع المتصل باللحام ، أو تعفن العوارض الخشبية أو تشققها ، أو لضعف أو تراكم حصى الفرش. لذا فإن من المتبع قيام إدارة سلامة الخط الحديدي بعمل دورتين في اليوم لفحص الخطوط الحديدية (بالنظر) من قبل أخصائيين تمرسوا طويلاً على ذلك . كما تقوم عربات مختبرية تسير بسرعة بطيئة بدوريات تقوم خلالها بإجراء فحص مغناطيسي للسكة ويتقرر من خلال هذه الفحوصات تغيير بعض أجزاء من الخطوط الحديدية ، أو العوارض وأجهزة التثبيت ، كما يتم أيضاً تغيير حصى الفرش بانتظام .

تعد نقاط التحويل (المحولة ) من سكة لأخرى أضعف نقاط السكة الحديدية لما تسببه من خروج للقطار عن سكته عند تجاوزها بسرعة بالرغم من متانتها . لذا فإنه عند عبور هذه النقاط يقتضي الأمر تخفيف السرعة دون الإعتماد على المرونة النسبية للمحولة ، كما يجب عدم السماح بحدوث أي فتح أو إغلاق غير مقصود للمحولة وإخضاع كل المحولات لإجراءات سلامة عالية .

تشكل المنحنيات نقطة ضعف أخرى في السكك الحديدية ، وللحد من تأثير القوة الطاردة المركزية فإنه يتم عادة رفع القضيب الخارجي ( بالنسبة لمركز الدوران ) للسكة قليلاً عن القضيب الداخلي ، وتعرف هذه العملية بالتعلية الجانبية ( لاتزيد عادة عن ١٥٪) ، وينبغي كذلك وضع حصى الفرش تحت السكة جيداً في هذا المستوى للمحافظة على التعلية الجانبية وبالتالي المحافظة على بقاء القطار في سكته .

وتتمثل العيوب المتعلقة بأساس السكة أو الأرضية الحاملة لها إلى أنه يندر أن تكون من نفس نوع الأرض الطبيعية ، ومن أجل ثبات أساس السكة يتم إعدادها بعناية مع ضمان تصريف المياه من حولها ، و يتم ردم أو حفر قطاعات من الأرض الطبيعية لتجنب الميول والارتفاعات التي تتجاوز نسبتها ١٠٪ ، والتي قد تتسبب في انزلاق العجلات . وتعد السيول والفيضانات والأمطار الغزيرة والانزلاقات الأرضية أهم المؤثرات على الأرضية الحاملة للسكة وعلى استقرارها ، وتعالج هذه الأخطار بالردم وتصريف المياه وتدعيم المحولات المجاورة وتثبيت تربة المنحدرات بالبناء أو بزراعة الأشجار ، كما ينبغي إجراء تفتيش فني دوري للسكة ، والجسور ، والأنفاق ، ودراسة مشاكل التهوية في الأنفاق للحيلولة دون وقوع حوادث الاختناق في حال التوقف الاضطراري للقطارات البخارية .

* **عيوب القطارات** : من أكثر عيوب القطارات خطورة الاستقرار والمتانة ، ويتمثل عيب الإستقرار في تعرض القطار عند سيره بسرعة عالية تصل إلى ٣٠٠ كم/س إلى عدة حركات طفيفة تتمثل في الترنح الأفقي والارتجاج اللذان يزدادان باطراد مع السرعة ، و قد تصبح هذه الحركات خطيرة وتحد من استقرار القطار المتحرك .

وتتمثل عيوب المتانة في حدوث كسور في الهياكل أو المحاور أو العجلات أو مقابض

| الدولة | التاريخ | عدد القتلى | السبب |
|---|---|---|---|
| الهند | ١٩٨١ | ٨٠٠ | خرج قطار عن السكة وسقط في نهر |
| فرنسا | ١٩١٧ | ٥٤٣ | خروج عن السكة |
| إيطاليا | ١٩٤٤ | ٥٢٦ | تعطل القطار البخاري داخل نفق واختنق الركاب |
| أسبانيا | ١٩٤٤ | ٥٠٠ـ٨٠٠ | اصطدام قطارين داخل نفق واحتراقهما |
| المكسيك | ١٩٥٥ | ٣٠٠ | خرج قطار عن سكته وهوى في واد سحيق |
| باكستان | ١٩٥٧ | ٢٥٠ | اصطدام قطار سريع بآخر متوقف محمل بالزيت واحتراقهما |
| الأرجنتين | ١٩٧٠ | ٢٣٦ | اصطدام |
| سكوتلندا | ١٩١٥ | ٢٢٧ | اصطدام قطارين بسبب خطأ رجل الإشارة |
| بولندا | ١٩٤٩ | ٢٠٠ | خروج عن السكة |
| اليابان | ١٩٦٢ | ١٦٣ | اصطدام قطار سريع بحطام قطار ركاب آخر وقع له حادث قبل ذلك بدقائق مع قطار بضاعة ( ثلاث قطارات ) |

● جدول (١) أسوأ عشر كوارث للسكك الحديدية عالمياً .

الجسر، وقد أصبحت هذه العيوب في تضاؤل مستمر وخاصة بعد تطور التقنيات. ورغم ذلك ينبغي أن تتمتع عربات نقل المسافرين بمناعة كبيرة ضد التهشم أو الالتواء أثناء اصطدام قطارين أو خروج قطار عن السكة.

* **عيوب السير** : تعد عيوب السير من أكبر الأخطار التي يتعرض لها القطار خصوصاً عند وجود قطار آخر متوقف أو متحرك في الاتجاه نفسه ولكن بسرعة أبطأ، ويمكن في هذه الحالة تلافي وقوع الكارثة بتنبيه السائقين وربطهم بنظام مركزي لتوجيه القطارات السريعة متصل بالموجه المركزي الذي تتوفر لديه في غرفة التحكم المركزية كل وسائل المراقبة البيانية والضوئية، وقد يتسبب خلل في إشارات تحديد المسافات القانونية بين القطارات المنتشرة على الخطوط الحديدية في وقوع الكوارث، وقد أعدت وسائل عديدة لمشاهدة هذه الإشارات: منها آلة لتكرار إشارات أخرى، إشارات بصرية أو ضوئية تجذب انتباه السائق، كذلك يمثل عامل تقلبات الجو (من ضباب وأمطار وثلوج وعواصف) أحد العوامل التي تقلص من الأمان.

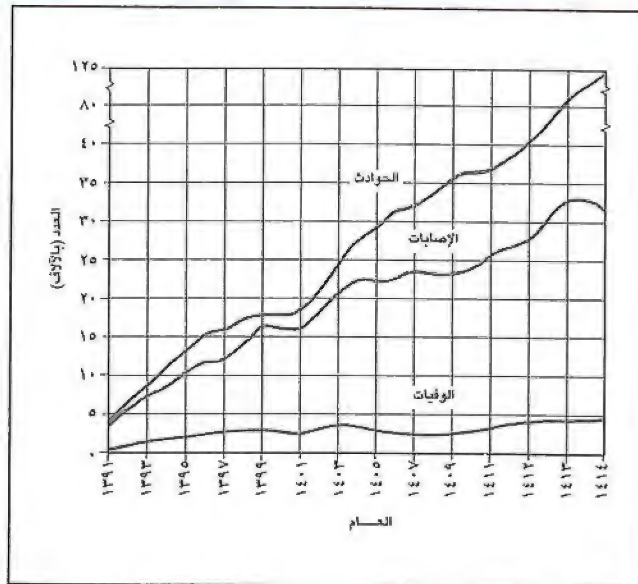
* **الخطأ البشري** : يتمثل الخطأ البشري في أخطاء القيادة من قبل سائق القطار، وخاصة السرعة العالية عند المنحنيات وعند المحولات، وأخطاء العاملين المكلفين بإعطاء الإشارات المناسبة للقطارات لضمان سلامة حركتها.

## الحوادث المرورية على الطرق

رغم أن أعداد القطارات التي تسير على السكك الحديدية محدودة العدد، وتسير على سكك ثابتة، ويقوم بقيادتها سائقون محترفون ومدربون جيداً، إلا أن ذلك لم يمنع حدوث كوارث وحوادث ضخمة. وبالمقارنة فإن المركبات التي تسير على الطرق تفوق أعداد القطارات كثيراً، وهي ليست مقيدة بسكة ثابتة، ويقودها سائقون متنوعو الخبرة والمهارة وأكثرهم من غير المحترفين لمهنة القيادة. عليه يمكن اعتبار الحوادث المرورية الأكثر حدوثاً وخطورة، وتعد الحوادث المرورية على الطرق السبب الأساس لوفيات الحوادث والإصابات في مختلف دول العالم خصوصاً لمن هم دون الثلاثين. وتشير الإحصائيات إلى أنها تودي بحياة ٣٠٠ ألف من البشر سنوياً، وتعرض زهاء إثنا عشر مليون غيرهم لإصابات جسدية من مختلف الأنواع والدرجات، بالإضافة إلى الخسائر المالية الفادحة التي تقدر بمائة بليون دولار أمريكي سنوياً.

### فداحة المشكلة

تشير الإحصاءات الصادرة من الإدارة العامة للمرور لعام ١٤١٤هـ أن المشكلة تتفاقم سنة بعد أخرى في دول الخليج وعلى رأسها المملكة العربية السعودية. ففي عام ١٤١٤هـ وقع أكثر من ١٢٥ ألف حادث مروري على طرق المملكة أودت بحياة أكثر من أربعة آلاف شخص وإصابة أكثر من ٣٢ ألف شخص آخرين، أي بمعدل ١٢ حالة وفاة و ٩٦ حالة إصابة لكل يوم.




● شكل (١) حوادث المرور في المملكة للفترة من ١٣٩١ - ١٤١٤هـ.

ويوضح الشكل (١) أعداد حوادث المركبات على الطرق ومانتج عنها من وفيات وإصابات في المملكة خلال ٢٤ عاماً (١٣٩١ - ١٤١٤هـ)، ويجب ملاحظة أنه إبتداء من عام ١٤١٣هـ قامت إدارة المرور بتسجيل جميع الحوادث التي يُبَلَّغ عن وقوعها سواء كانت نتائجها وخيمة (وفيات، إصابات)، أو طفيفة (تلفيات)، بينما كانت الإحصائية الرسمية من قبل لا تشمل الحوادث الطفيفة، وهذا يفسر الإرتفاع المفاجيء في عدد الحوادث المرورية التي وقعت على الطرق منذ عام ١٤١٣هـ.

ويتفق المختصون في السلامة المرورية على أن المقياس الحقيقي لمستوى السلامة المرورية، والذي بناء عليه يمكن المقارنة بين الدول المختلفة، هو نسبة عدد الحوادث أو الوفيات أو الإصابات إلى مجموع ما تقطعه المركبات العاملة من المسافات على شبكة الطرق في العام الواحد. غير أن مجموع ماتقطعه المركبات من مسافات مع الأسف، غير متوفر في المملكة حالياً، ولذا يستعاض عنه بالعدد الإجمالي للسكان أو المركبات المسجلة والعاملة على الطرق. وعلى هذا الأساس وحسب إحصائيات الإدارة العامة للمرور ١٤١٤هـ يصبح معدل الوفيات لكل ١٠٠ ألف شخص من سكان المملكة هو ٢٤ (عدد السكان حوالي ١٧ مليون نسمة)، ومعدل الوفيات لكل ١٠ آلاف مركبة هو حوالي ١٤ (على أساس أن عدد المركبات العاملة في المملكة هو ٣ ملايين مركبة حسب تقدير دراسة النقل الوطني الشامل ووزارة التخطيط لعام ١٩٩٤م). وتجدر الإشارة أن عدد المركبات المسجلة لدى الإدارة العامة للمرور يتجاوز ٥,٢ ملايين مركبة، ونظراً لأن إحصائيات المركبات التي تصدرها الإدارة العامة للمرور تتضمن العدد التراكمي لجميع المركبات (منذ ١٣٩١هـ) التي مازالت تعمل على الطريق، بالإضافة إلى المركبات المستهلكة التي لا تسير على الطرق إما بسبب تلفها أو إنتهاء عمرها التشغيلي، أو لتصديرها إلى خارج المملكة. عليه فإن العدد التراكمي للمركبات قد يقلل ظاهرياً من حدة مشكلة السلامة المرورية (٨ وفيات لكل ١٠ ألف مركبة).

ومما يجدر ذكره أن تعريف الوفاة نتيجة الحادث المروري في المملكة لا يتفق مع توصيات منظمة الصحة العالمية التي تعرف مصطلح "قتيل في حادث مروري" بأنه: "أي شخص يقتل فور وقوع الحادث أو يموت خلال ثلاثين يوماً نتيجة الحادث". إذ أن الإدارة العامة للمرور في المملكة، في إحصائياتها الرسمية لعام ١٤١٤هـ تعد الوفيات ناتجة عن الحادث المروري إذا حدثت في موقع الحادث فقط. ورغم ذلك، بمقارنة معدل الوفيات بسبب حوادث المرور على الطرق في المملكة مع غيرها من الدول في العالم نجد أن عدد

الوفيات لكل ١٠٠ ألف من السكان في المملكة (حوالي ٢٤) يعد من أعلى خمس معدلات في العالم الممثلة في الجدول (٢). كما أن المعدل المحسوب على أساس عدد الوفيات لكل ١٠ ألف مركبة عاملة (حوالي ١٤) يضع المملكة ضمن أسوأ عشر دول من حيث سلامة المرور على الطرق ( National Safety Council- 1994 ) .

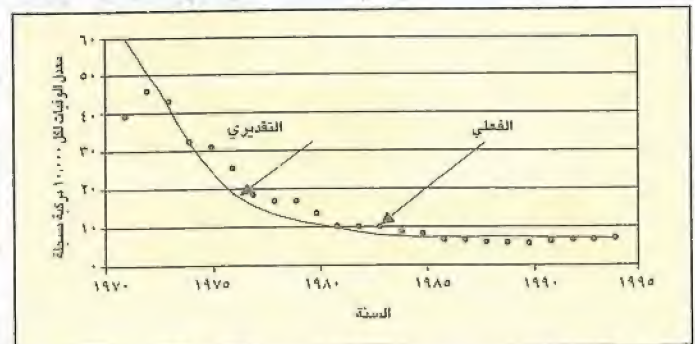
ويوضح الشكل (٢) معدل الوفيات لكل عشرة آلاف مركبة مسجلة رسمياً في الإدارة العامة للمرور ، وذلك للأعوام من ١٣٩١ حتى ١٤١٤هـ . ويجب ملاحظة أن هذا الشكل مبني على الأعداد المسجلة (التراكمية) للمركبات وليس العدد الفعلي للمركبات التي تسير على الطرق .

وبدراسة المقارنة مع جدول (٢) يتضح مدى فداحة المشكلة محلياً خصوصاً في ظل محدودية عدد السكان في المملكة مما يجعلها لا تتحمل هذا المعدل المرتفع من الخسائر في الأرواح فضلاً عن الإصابات الجسيمة التي تؤدي للإعاقة .

ورغم أن للحوادث المرورية تكلفة إقتصادية بسبب ما ينتج عنها من اضرار مادية (أكثر من ١٨,٥ بليون ريال بالمملكة فقط ، وذلك حسب دراسة النقل الوطني الشامل لعام ١٩٩٤م - وزارة التخطيط السعودية ) ، إلا أنه من الصعب إحتساب تكلفة الأضرار الإنسانية بدقة ، إذ كيف يقاس تكلفة وفاة معيل لأسرة فيها الأطفال والنساء (٦٠٪ من السائقين المشتركين في حوادث الطرق بالمملكة متزوجون ، وذلك حسب النشرة الإحصائية للإدارة العامة للمرور عام ١٤١٤هـ) ؟ وكيف يقاس الألم والمعانات والحزن الذي يتعرض له أهل الفقيد أو المصاب نتيجة الحادث المروري؟ وكيف تقاس إنتاجية الفقيد فيما تبقى من عمره لو كتبت له الحياة ؟ وإنه لمن المؤسف حقاً أن قرابة ٣٠٪ من السائقين المشتركين في الحوادث المرورية في المملكة هم من العناصر الشابة والمنتجة الذين تتراوح أعمارهم ما بين ٣٠ إلى ٤٠ سنة ( النشرة الإحصائية للإدارة العامة للمرور عام ١٤١٤هـ ) .

## ● أنواع حوادث الطرق وأسبابها

يستعرض الجدول (٣) قائمة بأسوأ حوادث الطرق وأسبابها التي يتمثل أغلبها في الإصطدامات بين مركبتين أو مركبة وقطار ، كذلك تشير الإدارة العامة للمرور بالمملكة إلى الإصطدامات التي تقع بين مركبتين أو أكثر هي النوع الأكثر شيوعاً لحوادث المرور بالمملكة ، جدول (٤) . ويعد هذا النوع من الحوادث الأخطر بصورة عامة ، وذلك لأن طاقة الحركة وبالتالي قوة الإصطدام عند إرتطام مركبتين تسيران بسرعات عالية وجهاً لوجه تعمل على تفريغ تلك الطاقة في المركبات المتصادمة ، وبالتالي إلى الركاب مما يتسبب إما بإصابتهم في أثناء الإصطدام الأول للمركبات أو في الإصطدام الثاني الذي يحدث داخل




● شكل (٢) معدل الوفيات لكل ١٠ آلاف مركبة مسجلة بالمملكة (١٩٧٠-١٩٩٤م) .

| الدولة | الوفيات (*) | المركبات (**) | الوفيات (***) |
|---|---|---|---|
| هونج كونج | ٥,٨ | ٧٧ | ٧,٥٣ |
| مصر | ٦,٦ | ٢٨ | ٢٣,٥٧ |
| شيلي | ٧,٣ | ٩١ | ٨,٠٢ |
| النرويج | ٧,٥ | ٤٥٥ | ١,٦٥ |
| ايسلندا | ٧,٧ | ٥٢٦ | ١,٤٦ |
| بريطانيا | ٨,١ | ٤٥٥ | ١,٧٨ |
| هولندا | ٨,٢ | ٤١٧ | ١,٩٧ |
| تايلند | ٨,٣ | ٥٣ | ١٥,٦٦ |
| السويد | ٨,٧ | ٤٥٥ | ١,٩١ |
| الأرجنيتن | ٩,١ | ١٨٢ | ٥,٠٠ |
| سنغافورة | ٩,٣ | ١٤٩ | ٦,٢٤ |
| استراليا | ١٠,٨ | ٥٥٦ | ١,٩٤ |
| سويسرا | ١٠,٩ | ٥٠٠ | ٢,١٨ |
| الدانمرك | ١١,١ | ٣٧٠ | ٣,٠٠ |
| فنلندا | ١١,٣ | ٤٥٥ | ٢,٤٨ |
| اليابان | ١١,٨ | ٥٠٠ | ٢,٣٦ |
| ايرلندا | ١٢,١ | ٢٨٦ | ٤,٢٣ |
| أورجواي | ١٢,١ | ١١٢ | ١٠,٨٠ |
| بلغاريا | ١٢,٥ | ١٦٧ | ٧,٤٩ |
| كندا | ١٢,٧ | ٦٢٥ | ٢,٠٣ |
| كوستاريكا | ١٣,٣ | ٨٣ | ١٦,٠٢ |
| المانيا | ١٣,٦ | ٥٢٦ | ٢,٥٩ |
| شيكوسلوفاكيا | ١٣,٩ | ٢٥٦ | ٥,٤٣ |
| النمسا | ١٤,٩ | ٥٠٠ | ٢,٩٨ |
| موريشيوش | ١٥,١ | ٥٩ | ٢٥,٥٩ |
| ايطاليا | ١٥,٨ | ٥٥٦ | ٢,٨٤ |
| بورتريكو | ١٦,٣ | ٤٥٥ | ٣,٥٨ |
| المكسيك | ١٦,٤ | ١١٨ | ١٣,٩٠ |
| فرنسا | ١٦,٥ | ٥٠٠ | ٣,٣٠ |
| يوغسلافيا | ١٦,٧ | ١٥٦ | ١٠,٧١ |
| الكويت | ١٨,٣ | ٣٠٣ | ٦,٠٤ |
| أمريكا | ١٨,٤ | ٧٦٩ | ٢,٣٩ |
| بلجيكا | ١٨,٤ | ٤٥٥ | ٤,٠٤ |
| بولندا | ١٩,٢ | ٢٠٤ | ٩,٤١ |
| لكسمبرج | ١٩,٤ | ٥٨٨ | ٣,٣٠ |
| نيوزلاندا | ١٩,٥ | ٥٥٦ | ٣,٥١ |
| اكوادور | ٢٠ | ٢٤ | ٨٣,٣٣ |
| أسبانيا | ٢٠,٥ | ٤٠٠ | ٥,١٣ |
| فنزويلا | ٢٠,٧ | ١٠٠ | ٢٠,٧٠ |
| اليونان | ٢٢ | ٢٦٣ | ٨,٣٧ |
| هنغاريا | ٢٢,٧ | ٢٢٧ | ١٠,٠٠ |
| البرازيل | ٢٢,٧ | ٩١ | ٢٤,٩٥ |
| السعودية | ٢٣,٥ | ١٧٧ | ١٣,٢٨ |
| البرتغال | ٢٨,١ | ٢٦٣ | ١٠,٦٨ |
| كوريا | ٣٠,٤ | ١١٩ | ٢٥,٥٥ |

( * ) لكل ١٠٠ ألف نسمة .
( ** ) لكل ١٠ آلاف نسمة .
( *** ) لكل ١٠ آلاف مركبة .

● جدول (٢) مقارنة لحوادث المركبات على الطرق لعام ١٩٩٤م في بعض دول العالم .

| الدولة | التاريخ | عدد القتلى | السبب |
|---|---|---|---|
| توقو | ١٩٦٥ | ١٢٥ | اصطدام شاحنتين بحشد من الناس في شارع مزدحم |
| الفلبين | ١٩٦٧ | ٨٤ | تصادم حافلتين وسقوطها في واد سحيق |
| الهند | ١٩٧٣ | ٧٨ | حطم فيضان طريق حافلة كانت تسير فيه . |
| فرنسا | ١٩٥٥ | ٧٧ | خروج سيارة سباق عن مضمارها واصطدامها بالجمهور |
| كوريا الجنوبية | ١٩٧٢ | ٧٧ | خروج حافلة عن طريقها بسبب زيادة تحميلها وسقوطها في بحيرة |
| مصر | ١٩٦٥ | ٧٤ | خروج حافلة عن مسارها وسقوطها في النيل |
| البرازيل | ١٩٧٤ | ٦٩ | اصطدام حافلة ممتلئة بالركاب بشاحنة ثقيلة |
| الهند | ١٩٧٥ | ٦٦ | اصطدام قطار بشاحنة محملة بالركاب عند تقاطع سطحي |
| البرازيل | ١٩٦٠ | ٦٠ | سقوط حافلة من جسر إلى نهر |
| مصر | ١٩٧٢ | ٥٠ | سقوط حافلة بركابها في نهر النيل |

● جدول (٣) أسوأ عشر كوارث فردية لمركبات الطرق عالمياً .

| النـــوع | النسبة ٪ |
|---|---|
| تصادم مركبات | ٧٨ |
| تصادم مع جسم ثابت | ٦ |
| دهس مشاة | ٦ |
| دهس حيوان | ١ |
| انقلاب مركبة | ٥ |
| حريق | ١ |
| خروج عن الطريق | ٢ |
| أخرى | ١ |

● جـدول (٤) أنـواع حـوادث الطـرق بالمملكة ( ١٤١٤هـ ) .

المـركبـة مع أجـزائهـا الـداخليـة . وعلى سبيل المثال، إذا كـان السائق يقـود سيارتـه بسرعـة ٥٠كلم/ساعـة واصطدم بجسم ثـابت فإن قوة التصـادم تعـادل سقـوط سيارتـه من فوق مبنى بثلاثة أدوار .

ولايمكن عـادة تحديـد الأسباب المسـؤولة عن إرتفاع معـدل الوفيات المروريـة ، وخسائر الإصـابـــات بشكل دقيق ، ولكن يمكن تقـديم بعض التفسيرات المبدئيـة للعوامل التي تساهم بشكل كبير في ذلك . ويـوضح جـدول (٥) أن اسبـاب الحـوادث يـرجـع إلى السـائق بصفـة أسـاس ، إذ أنه يعـد المسـؤول عن (٨٧٪) من الحوادث المـرورية التي تقـع بسبب تصرفـاته الخاطئة ، ولعل أهمها السرعة العالية .

تحـدث الإصطـدامـات بين المـركبـات من الخلف بسبب عدم مراعـاة السائقين لما يسمى بمسـافــة الإبتعـاد الآمنـة ، أي السيـر خلف السيارة التي على الأمام دون ترك مسافة كافية للطوارىء والـوقوف المفـاجىء عندمـا يقتضي الأمـر . إذ أن من المعلـوم أن مسـافـة الـلازمـة للوقوف المفـاجىء تزيد مع زيادة السـرعة كما يتضح من الشكل (٣) .

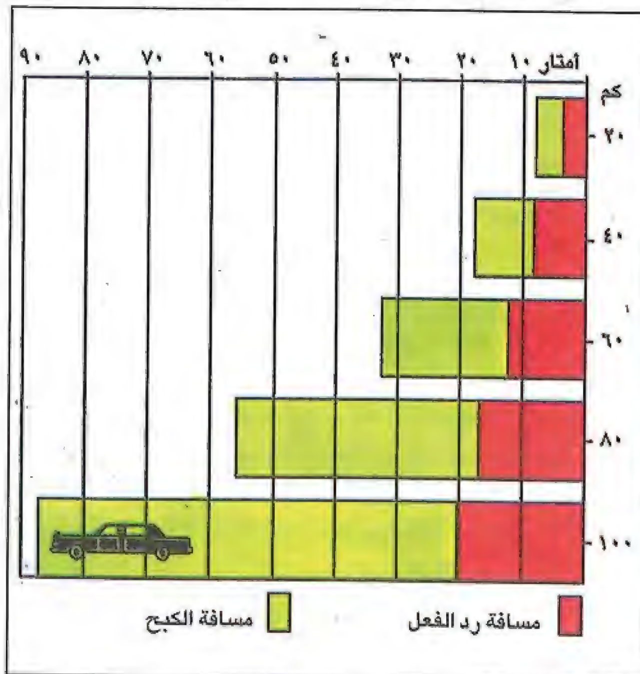
وممـا يجـدر ذكـره أن السبب الأسـاس لحـوادث الطــرق فـي العـــالـم الغـربي (Hutchinson T.P -1987) يعـود إلى قيـادة المركبات تحت تأثير مسكر ، كما أن جزءاً كبيراً من المشـاة المـدهـوسين هم من المخمـورين (بالإضافة للأطفـال والعجزة) . ومن جانب آخر فان هذا السبب ولله الحمـد لا يوجد في المملكة والـدول الإسـلاميـة ، وذلـك لتحـريم الخمـور والمسكرات حسب مـانصت بـه الشـريعـة الإسلاميـة ، وقد أشـارت الدراسـة الهامـة عن الخصائص النفسية والإجتماعيـة لسلوك قيادة السيارات في المملكة العربية السعودية (النافع والسيف ، ١٤٠٨هـــ) إلـى وجود نمط عام لسلـوك قيـادة السيـارات يتسم بـالميل إلى المخاطرة ، وعدم اتباع قواعد السلامة والأمان، وعـدم مراعـاة النظم وآداب المـرور ، وهذا قـد يفسـر النسبـة العـاليـة لمعـدلات الحـوادث والمخـالفات المـرورية التي تقع على شـوارع وطرق المملكة ، وقد اقترحت الدراسة المذكورة أعلاه حلولاً لهذه المشكلـة تهدف لتعديل النمط العـام الموجـود إلى نمط سلـوكي آمن يتصف بإتبـاع قواعـد السـلامة ، والتجـاوب مع النظم واللـوائح ، ومـراعاة الآداب المـروريـة ، وذلك بـوضـع بـرنـامـج وطني يتسم بالإستمرارية ، والإنتظـام تتضـافـر فيـه الجهود المختلفـة من خـــلال مجــــالات ثـــلاثـــــة هي: التعليم والتدريب ، والتـوعيـة ، والعقـاب والردع .

وبـالإضـافــة للعوامل التي تعود إلى تصرفـات السائق فإن هنـاك عوامل أخـرى ـ تتعلق بـالمـــركبـة والطـريـق والظـروف المحيطة ـ تتسبب في وقوع الحـوادث منها . الإهتمام بالمواصفات الخاصة بـالسلامة في المـركبة والطـريق ، إذ رغم أنهما يمثلان نسباً أصغــر لأسبـــاب الحــــوادث (١٣٪) مقـارنـة مع العنصـر البشـــري أو الســـائق (٨٧٪) . ولكـن يجب الإهتمام بهمـا لمنع انتشار الحوادث المـرورية بشتى الوسائل المتاحة .

وتشير الإحصائيات المحليـة بالمملكة إلى أن نسبـة حـوادث الطـرق التي أسهمت فيهـا الحالـة الفنية غير المـرضية للمركبـة كانت ٥٪ في عام ١٤١٤هـ .

وتشمل الحـالـة الفنية للمـركبـة المكـابح والإطارات ومصابيح الإضـاءة الأمامية والأنوار الخلفية .

أما الطـريق وظروفه المحيطـة فيساهم في حـوادث المـرور من خلال عـوامل عـدة يمكن ترتيبها في أربع مجموعات وذلك كما يلي :ـ




● شكل (٣) العلاقـة بين السرعـة ومسافـة الوقـــوف .

* **التصميم الهندسي للطريق :** حيث يكون سبباً للحوادث في بعض الحالات ويظهر ذلك في شكل تكرار لحوادث متشابه في الموقع نفسه ، وأحياناً يكمن العيب في الإنحدارات والمنحنيات ، حيث يعجز التصميم الهندسي عن توفير الأمان العام للسائقين . أما التصميم الإنشائي فنادراً ما يكون سبباً مباشراً للحوادث . كما أن سطح الطريق المبتل يعد أيضاً من عوامل الحوادث البيئية حيث يتم الإنزلاق عند الضغط المفاجىء على المكابح خصوصاً مع حالة الإطارات الرديئة ، وهناك حالات بيئية أخرى يتدخل الطقس في قيامها كالأتربة والرياح والغيوم والضباب ، وما إلى ذلك مما يتسبب في تدني الرؤية .

* **إضاءة الطرق :** قد لاتصل الرؤية أحياناً إلى الوضوح الكافي خصوصاً للسائقين الذين لديهم بعض العجز في النظر لكن بدرجة لا تمنعهم من ممارسة قيادة السيارات . ويكون القصور أحياناً من تعطل بعض مصابيح الإضاءة مما ينتج عنه نقاط مظلمة بالنسبة للمستوى العام للإضاءة بالطريق ، أو قد يكون القصور في التصميم الأساس للإضاءة من حيث المسافات بين أعمدة الإنارة أو ارتفاع الأعمدة أو قوة المصباح أو نوعها أو غير ذلك .

* **أدوات تنظيم المرور :** قد يتسبب عدم وجود الإشارات واللوحات التحذيرية أو لوحات الأولوية قد يكون في تصرف غير سليم ربما يؤدي إلى حادث ، كما أن غياب التخطيط الأرضي في المواقع الهامة لمخارج ومداخل الجسور ، والفصل من اتجاه واحد إلى اتجاهين وأماكن عبور المشاة .. الخ ، قد يكون سبباً في عدد من الحوادث .

* **البيئة العامة للطريق :** من البيئة العامة للطريق وجود موانع للرؤية اللازمة كالمباني أو الأكشاك أو الأشجار أو لافتات الدعاية وما إلى ذلك ، وكذلك وجود الحفريات التي لم يتم ردمها ، والحفر الصغيرة التي تضطر السائق لتغيير مساره بطريقة فجائية تفادياً لها ، أوالعائق في الأرض مما يؤدي إلى وقوع الحوادث ، كما أن هناك بعض المؤثرات الجوية التي يمكن أن تفقد السائق السيطرة على مركبته مثل الأمطار والضباب ، والثلوج والرمال ، والعواصف .

مما سبق يتضح أنه لا يمكن إرجاع وقوع حوادث الطرق للصدفة وحدها ، كما أنه من البديهي اعتبار العوامل البشرية هي السبب الرئيس لحوادث المرور على الطرق ، ولكن لا يمكن تجاهل عوامل المركبة ، والطريق ، والظروف المحيطة ، فقد تكون بعض حوادث المرور الفردية على الطريق كبيرة وتشمل عدداً كبيراً من القتلى ، كما في حالة حوادث حافلات الركاب ، ويوضح الجدول (٥) قائمة بأسوأ عشر كوارث فردية للمركبات التي تسير على الطرق حالياً .

## التعامل مع كوارث النقل

قام الدكتور وليام هادون (William Haddon) الأمريكي بتطوير برنامج وطني لتخفيض الحوادث على الطرق الأمريكية ، ويتلخص أسلوب هذا البرنامج في تبني خطة تدعو إلى تخفيض الخسائر بسبب الحوادث بدلاً من محاولة منع وقوعها فقط . ويذكر هادون أنه حتى عندما لايمكن منع وقوع حادث ما فإن هناك عدة طرق لمنع أو تخفيض تكرار وشدة الإصابات التي تنتج عنه ، ويأخذ البرنامج في الإعتبار ثلاث مراحل أساس تشمل مرحلة ماقبل الحادث وأثناءه وبعده من حيث تأثرها بعناصر الحادث والتي تشمل السائق والمركبة والطريق والظروف المحيطة . وقد تم وضع العلاقة بين تلك المتغيرات للوصول إلى ما يعرف بمصفوفة هادون كما هو واضح من الجدول (٦) . وقد تبنت وزارة النقل الأمريكية هذه المصفوفة كأساس لبرامج السلامة ولأنظمة ومواصفات السلامة التي تضعها منذ

| السبب | النسبة ٪ |
|---|---|
| توقف غير نظامي | ٩ |
| دوران غير نظامي | ١٠ |
| تجاوز غير نظامي | ١١ |
| عدم التقيد بإشارات المرور | ١٦ |
| السرعة الزائدة | ٤٠ |
| تأثير السائق بمخدر أو مسكر | ١ |
| أخرى | ١٣ |

● جدول (٥) أسباب الحوادث المرورية بالمملكة (١٤١٤هـ) .

| المرحلة / العنصر | ماقبل الحادث | أثناء الحادث | مابعد الحادث |
|---|---|---|---|
| السائق | * الصرامة في فرض القوانين.<br>* برامج تعليم القيادة<br>* برامج التحكم بالمسكرات.<br>* تحسين إجراءات منح رخص القيادة. | * حماية السائق من الاصطدامات باستخدام حزام الأمان أو الوسادة الهوائية. | * توفير إسعافات أولية قياسية .<br>* عناية إسعافية بالجرحى . |
| المركبة | * تحسين أنظمة المكابح<br>* اختبارات الإطارات.<br>* مواصفات أجهزة القيادة والرؤية. | * تصميم أعمدة عجلة قيادة قابلة للالتواء لتلافي إصابة صدر الساق.<br>* تصميم جوانب هيكل المركبة والأبواب لتكون قابلة لامتصاص الصدمات.<br>* تبطين الطبلون الداخلي للسيارة . | * توفير أماكن ملائمة لإصلاح تلفيات المركبات.<br>* تقوية خزانات وأنابيب الوقود للمحافظة عليها تحت ضغوط الصدمة .<br>* حمل مواد غير قابلة للاشتعال داخل المركبة . |
| الطريق والظروف المحيطة | * تحسين إضاءة الطريق<br>* وضع علامات وإشارات ملائمة .<br>* التخطيط الأرضي الواضح للمسارات وأطراف الطريق. | * حواجز جانبية للطرق.<br>* لوحات مرورية لأعمدة إنارة قابلة للانكسار.<br>* إبعاد أعمدة الجسور عن حافة الطريق . | * هواتف طوارىء على جوانب الطريق .<br>* مسارات عريضة ومرصوفة للطوارىء على جانبي الطرق. |

● جدول (٦) مصفوفة هادون : الحلول المقترحة قبل وأثناء وبعد الكارثة .

عام ١٩٦٨م ، حيث وضعت مواصفات وبرامج لكل مربع أو خلية من الخلايا التسع في المصفوفة . ويلاحظ أن الأمثلة المعطاة تتعلق بحوادث الطرق ولكن يمكن تطبيقها على كوارث السكك الحديدية ( أو أي مشكلة سلامة أخرى ) .

## آثار نقل المواد الخطرة

بالإضافة لما تم ذكره يمكن أن ينجم عن بعض كوارث وحوادث النقل البري ضرر بالغ بالبيئة ، وذلك عند وقوعها مثلاً لقطارات أو صهاريج شاحنات ناقلة لمواد خطرة ( وقود ، مواد كيميائية ، مواد غازية ، مواد مشعة ... إلخ) . فعلى سبيل المثال أدى انحراف قطار ناقل لمواد كيميائية عن سكته في تورنتو بكندا عام ١٩٧٩م إلى ضرورة إجلاء ٢٤٠ ألف شخص عن منطقة الكارثة . كما تم إلحاق ضرر بيئي بالمنطقة . إضافة لذلك فإن تعرض الشاحنات الناقلة للمواد الخطرة لحوادث داخل المدن يعمل على إغلاق الطرق المتجهة إلى موقع الحادث لحين انتهاء التعامل مع الكارثة وإزالة مخلفاتها. لذا تعمل إدارات المرور عادة على تخصيص طرق محددة لمثل تلك المركبات لتلافي عبورها بالقرب من المناطق ذات الكثافة السكانية العالية. كما تتطلب أنظمة المرور وضع علامات محددة متعارف عليها في مكان بارز من الناقلة وفي مواقع محددة منها للدلالة على نوع المادة الخطرة المنقولة مما يساعد رجال الإنقاذ على التعامل معها بالطريقة الصحيحة عند تعرضها لكارثة أو حادثة مرورية .

● المراجع


* احصائيات الإدارة العامة للمرور المملكة العربية السعودية لعام ١٤١٤هـ .

* النافع ، عبد الله وخالد السيف (١٤٠٨هـ) ، الخصائص النفسية والاجتماعية لسلوك قيادة السيارة في المملكة العربية السعودية ـ مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية .

Hutchinson, T.P . ( 1987 ) Road accident Statistes Rumsby Scientfic Publishing. Adelaide. S. Australia .

National Safety Council (1994 ) Accidents Facts 1994 edition Itasca , IL : Author .


# عالم في سطور

## أ.د. ستيفن شو

● **الإسم :** ستيفن شو

● **الجنسية :** أمريكي

● **تاريخ الميلاد :** ١٩٤٨/٢/٢٨م

● **مكان الميلاد :** سانت لويس - ميسوري

● **المؤهلات العلمية :**

* بكالوريوس في الرياضيات ، جامعة روتشستر ، ١٩٧٠م .

* دكتوراه في الفيزياء ، جامعة كاليفورنيا - بيركلي ، ١٩٧٦م

* زمالة بحث مابعد الدكتوراه ، جامعة كاليفورنيا - بيركلي ، ١٩٧٦-١٩٧٨م

● **السجل الوظيفي :**

* عضو الهيئة الفنية ، مختبرات بل ، ١٩٧٨ - ١٩٨٣م .

* رئيس قسم أبحاث الإلكترونيات الكمية ، مختبرات بل ، ١٩٨٣-١٩٨٧م .

* محاضر ، جامعة هارفرد ، ١٩٨٧ - ١٩٨٨م .

* أستاذ الفيزياء والفيزياء التطبيقية ، جامعة ستانفورد ، ١٩٨٧م - حتى الآن .

* زائر خاص إلى JILA ، ١٩٨٩م .

* أستاذ زائر ، كلية فرنسا ، ١٩٩٠م .

* أستاذ الإنسانيات والعلوم ، جامعة ستانفورد ، ١٩٩٠م - حتى الآن .

* رئيس قسم الفيزياء ، جامعة ستانفورد ، ١٩٩٠م - حتى الآن .

● **الإنجازات العلمية :**

* تطوير تقنيات الحبس البصري للذرات ، واستخدامها لدراسة ظواهر دقيقة في مجال البصريات الكمية التجريبية ، منها رد الفعل لذرة تبث فوتوناً واحداً وقياس سقوط ذرة واحدة في مجال الجاذبية بدرجة فائقة الدقة .

* بحوثه الرائدة في الإنتقالات ذات الفوتونين بين مستويات الطاقة في بعض الذرات .

* دراساته النظرية حول الذرات متعددة المستويات .

* جمعه بين اكتشاف تقنيات تجريبية جيدة ، واستغلالها لتوسيع آفاق البصريات الكمية مما جعله في طليعة العاملين في حقله .

● **عضوية الجمعيات المهنية :**

* زمالة وودرو ولسن .

* زمالة ما قبل الدكتوراه من الرابطة القومية للعلوم .

* زمالة ما بعد الدكتوراه من الرابطة القومية للعلوم .

* زمالة الجمعية الأمريكية للعلوم .

* زمالة الجمعية الأمريكية للبصريات .

* زمالة الأكاديمية الأمريكية للآداب والعلوم .

● **الجوائز :**

* جائزة ستودارد في الرياضيات ، جامعة روتشستر .

* جائزة ستودارد في الفيزياء ، جامعة روتشستر .

* جائزة برويدا من الجمعية الأمريكية للفيزياء ، في مجال التحليل الطيفي لليزر ، ١٩٨٧م .

* جائزة رختماير التذكارية ، ١٩٩٠م .

* جائزة الملك فيصل العالمية للعلوم بالمشاركة لعام ١٤١٣هـ - ١٩٩٤م .

● المصدر :

ـ الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية (١٤١٣هـ-١٩٩٤م) .

# تصدع وانهيار المباني

د. كمال محمد ساتي



بدأ إهتمام الإنسان بسلامة المباني وحمايتها من التصدع والإنهيار منذ بدء الحضارة ، وقد ظهرت أول قوانين عرفها التاريخ لتنظيم البناء ووضع مواصفات للمتانة الإنشائية للمباني في عهد حمورابي ، ثم تطورت هذه المواصفات والقوانين مع التقدم الحضاري ، وتوسع الإنسان في العمران ، واحتياجه إلى نظم ومعايير لتصميم المباني تضمن سلامتها ومقاومتها للتصدع والإنهيار .

لا تعد حوادث تصدع و إنهيارات المباني كارثة بالمعنى المفهوم للكارثة ( مثل كوارث النقل البري والبحري وغيرها ) وذلك لأنها لا تحدث - في العادة - فجأة ، وعليه فهناك وقت كاف لتفادي الخسارة في الأرواح وبعض الممتلكات ، وكذلك بسبب الدراسة والتخطيط العلمي المسبق لتفاديها في مرحلتي التصميم والتنفيذ ، ورغم ذلك فإنه قد ينجم عن إنهيار وتصدع المباني خسارة كبيرة في الأرواح والممتلكات .

وبالرغم من أن هناك مفهوم عام بأن العمر الإفتراضي للمنشآت الخرسانية يتراوح بين خمسين ومائة عام إلا أن الكثير من هذه المنشآت تبدأ في التصدع قبل ذلك بوقت طويل ، ويعزى ذلك — في العادة - إلى أخطاء في التصميم أو تجاوزات في التنفيذ وعدم تطبيق برامج الصيانة بالشكل المطلوب.

## كيفية حدوث التصدعات

التصدع هو التلف الذي يحدث في عنصر من عناصر المبنى ، مثل تشقق الحوائط وتقشر الهياكل الخرسانية وتآكل حديد التسليح أو حديد الهياكل المعدنية .

ويمكن أن يتطور هذا التصدع ، في حالة عدم معالجته ، إلى أن يتسبب في إنهيار العنصر المتصدع والاجزاء المرتكزة عليه من المبنى .

ويحدث التصدع بسبب الحركة الأفقية والرأسية للمبنى نتيجة استقراره تحت تأثير وزنه على الارض التي ينشأ عليها ، وأيضاً نتيجة لاختلاف درجة الحرارة التي تؤثر على مواد البناء بدرجات مختلفة من التمدد والإنكماش ، وقد ينتج عن هذه الحركة بعض التشققات المظهرية التي لا تؤثر على متانة وسلامة المبنى ومواد البناء ، إلا أنها تكون غير مرغوبة لتشويهها للمظهر العام للمبنى ، وعليه نصت معايير التصميم على عدم تجاوز حدود معينة لحركة قواعد المبنى ، كما نصت على ضرورة استخدام فواصل تنفذ على مسافات محددة وبمواد خاصة ، وذلك بغرض أمتصاص وتوزيع الحركة التي قد تحدث نتيجة للأسباب المذكورة أعلاه . وبذلك يمكن تفادي التشققات السطحية والمظهرية بالمبنى.

غير أن هذه التشققات ، في حالة إغفال ما نصت عليه معايير وأسس التصميم وعوامل أخرى قد تتطور وتنتشر بحيث يصعب إيقافها ومعالجتها ، إذا لم تتم السيطرة عليها ومعالجة أسبابها في الوقت المناسب وتكون النتيجة إنهيار المبنى كلياً أو جزئياً وما يتبع ذلك من خسائر في الممتلكات ، وربما في الأرواح إذا لم يتم التوقع المبكر بخطورة هذه التصدعات .

ولإلقاء مزيد من الضوء حول كيفية حدوث التصدعات والإنهيارات بالمباني يجدر بنا أن نذكر أن هناك ثلاثة أنواع

أساس للبناء من حيث توزيع الأحمال ونقلها للقواعد ، وهي : ـ

* **الهياكل الخرسانية المسلحة :** ويتم في هذا النوع توزيع الأحمال المختلفة الناتجة من السقوف إلى الأعمدة التي تنقلها بدورها إلى قواعد الأساسات ومنها إلى التربة تحت القواعد .

* **الحوائط الحاملة :** ويشمل هذا النوع الحوائط الخرسانية المسلحة التي سبق تصنيعها ( صبها ) قبل التركيب ، أو التي تم صبها في الموقع ، كما يشمل حوائط الطوب ووحدات البناء المماثلة . ويتم توزيع الأحمال الناتجة عن السقوف على الحوائط نفسها ، التي تقوم بنقلها إلى الأساسات ثم إلى التربة .

* **الهياكل الحديدية :** في هذا النوع تنتقل الأحمال بواسطة الأعمدة الحديدية إلى القواعد ثم إلى التربة .

ويمكن حدوث تصدع أو إنهيار لأي مبنى في حالة فقدانه ، أو أحد عناصره الإنشائية ، لطاقته على حمل وتوزيع الأحمال الناتجة عنه ، أو حدوث حركة تزيد عن الحدود المسموح بها عند تصميم المبنى . وقد يكون الإنهيار أو الأضرار جزئية أو كلية إعتماداً على مقدار تجاوز طاقة العنصر الإنشائي ، أو مقدار الحركة التي حدثت وأماكن حدوثها ، مما يتسبب في إعادة توزيع الأحمال على مختلف العناصر الإنشائية ، وقد يكون هذا التوزيع أكثر من الطاقة التصميمية لبعض العناصر المذكورة ، مما يؤدي إلى تصدعها تدريجياً .

## أسباب التصدع

يعد تحديد أسباب التصدع بصفة قاطعة عملية صعبة ومعقدة ، إلا في حالات نادرة ، إذ يتعذر استخدام أسس ثابتة يعتمد عليها في كل الأحوال .

ولابد من توفر الخبرة في هذا المجال لاستقراء حالة المبنى وتحليل الملاحظات وإجراء الإختبارات للتوصل إلى الأسباب المحتملة لحدوث التصدعات . وقد يتطلب ذلك وقتاً وجهداً كبيرين . ورغم ماذكر فهناك عدة عوامل تؤدي إلى تصدع المباني الخرسانية ، يمكن تصنيفها ضمن أربع مجموعات كما يلي :

### ● سوء التصميم :

تشمل هذه العوامل عدم مراعاة معايير التصميم للعناصر الإنشائية المختلفة المكونة للمبنى ، وعدم الأخذ بالإعتبار للأحمال التي يتعرض لها المبنى عند الإستخدام ، وسوء تقدير مواصفات المواد المستعملة أو ظروف البيئة المحيطة .

### ● سوء التنفيذ :

تشمل هذه العوامل سوء إختيار المواد التي تلعب العوامل التالية دوراً كبيراً فيه :

- خواص حديد التسليح المستعمل .
- خواص الخرسانة والمواد المكونة لها من أسمنت وحصى ورمل ومواد مضافة أخرى .
- عدم إستخدام النوعية المناسبة من الأسمنت للأساسات وفقاً لطبيعة خواص التربة .
- عدم التقيد بأسس تنفيذ البناء التي تحددها اللوائح المحلية ، وعدم الإهتمام بمعالجة الخرسانة بعد الإنتهاء من عملية الصب ، والتعجيل بفك قوالب الصب قبل أن تبلغ الخرسانة قوتها المفترضة في التصميم .
- تدني مستوى العمالة وغياب الإشراف الفني المؤهل أو ضعفه .

### ● سوء إستخدام المبنى :

تشمل هذه العوامل تغيير إستخدام المبنى لاغراض تختلف عن تلك التي جرى تصميمه من أجلها بحيث تنتج زيادة في التحميل في حالة الاستخدامات الجديدة ، كما تشمل زيادة المباني دون مراعاة الحدود التصميمية ، مما يؤدي إلى زيادة التحميل أيضاً .

### ● أسباب أخرى قهرية :

يقصد بالأسباب القهرية الأسباب الخارجة عن إرادة المالك عند حدوثها ، مثل الحرائق ، وانفجار سخانات المياه وأنابيب تمديد الغاز ، وارتفاع مستوى المياه الجوفية ، ووجود مواد كيميائية ذائبة في المياه الجوفية ، أو في التربة المحيطة بالأساسات ( مثل املاح الكبريت والكلور ) ، وطبيعة البيئة المحيطة وتأثيرها على المواد المستخدمة في البناء .

## تصدع المباني بالعالم العربي

مسببات تصدع وانهيار المباني بالعالم العربي متنوعة ومختلفة ، وذلك للاختلاف الكبير بين دولة وأخرى في طبيعة التربة والعوامل الجوية المؤثرة ومدى ما وصلت إليه كل دولة من نهضة عمرانية ، كما أن هناك اختلافات كبيرة في طبيعة الأرض والمناخ داخل الدولة نفسها خاصة الدول ذات المساحات المترامية الأطراف ( السودان و السعودية ومصر والجزائر ) . فالسعودية مثلا تتميز باختلاف نوعية وطبيعة تربتها من مكان لآخر لاتساع رقعتها وتمتعها بامتداد ساحلي على البحر الأحمر والخليج العربي ، فهناك المناطق الجبلية في الغرب والجنوب الغربي وهناك المناطق الصحراوية التي تغطي معظم المساحة في المملكة ، وهناك التربة الطينية التي توجد في أماكن عديدة . ومن البديهي أن تختلف أسباب تصدع وإنهيارات المباني من منطقة لأخرى حسب الظروف البيئية ذات التأثير المباشر على المباني ( تربة ، رطوبة ، أملاح ، حرارة ) .

ورغم التباين الاقتصادي الكبير بين دول العالم العربي إلا أن مظاهر التقدم الحضاري التي شملت عالم اليوم — ولو بنسب مختلفة — مواكبة مايستجد من تقنيات وعلوم لبناء النهضة الحديثة وقد كانت النهضة العمرانية إحدى المظاهر الملاحظة في أغلب دول العالم العربي خاصة دول الخليج العربي . فعلى سبيل المثال شهدت مدن المملكة نشاطاً مكثفاً نحو تأسيس صناعة البناء على قواعد ثابتة ، ويتضح ذلك من الاتساع الملحوظ

التي شهدته المدن التي اكتظت بالمشاريع السكنية الضخمة ، والمباني الشاهقة ، والمدارس ، ودور التعليم ، والمباني الحكومية التي تم انجازها على أحدث المواصفات والأساليب ، وكذلك التطور في صناعة مواد البناء من أسمنت وخرسانة وبلاط وغيره .

وعلى الرغم من الجهود المبذولة لاتباع أساليب البناء على أسس سليمة في العالم العربي والتي تبدأ بالاختبارات الميدانية والمخبرية للتربة لتحديد خواصها تمهيداً لاختيارأنواع الأساسات وأبعادها وأعماقها وكذلك حمايتها من تأثير المياه والأملاح إلا أن العالم العربي لا يخلو من المشاكل المتعلقة بالبناء . ويعزى ذلك في كثير من الأحيان لتغير الظروف بعد استخدام المبنى لغرض غير الغرض الذي صمم من أجله أو لأخطاء فنية أو لأساليب طبيعية خارجة عن الإرادة مثل الزلازل والسيول وغيرها - ومن أمثلة التصدعات والانهيارات التي حدثت بالعالم العربي مايلي : -

*** إنهيار بسبب إنكماش التربة :** يؤدي إنكماش التربة إلى هبوط أساسات المبنى مما يتسبب في تصدعه ثم انهياره ، أمثلة ذلك إنهيار عدة مساكن ذات طابق واحد في مشروع اسكاني أظهرت دراسات الحالة أن هذه المباني شيدت على نوع من التربة يتميز بانكماش شديد في الحجم عند التشبع بالمياه ، حيث أدى ذلك إلى هبوط أساساتها نتيجة لتجمع المياه تحتها وحدوث فراغ من جراء ذلك الانكماش الشديد الذي حدث في التربة .

*** إنهيار بسبب انفجار سخان مياه :** ومن أمثلة ذلك ما حدث لمنزل من طابقين في مشروع سكني تم تنفيذه من الألواح الخرسانية مسبقة الصب . وقد حدث الإنهيار بالطابق العلوي للمنزل (كما تبين الصورة ) . وقد إتضح بعد إجراء الفحص اللازم أن سبب الإنهيار أنفجار سخان المياه بالطابق العلوي نتيجة خطأ في إعادة توصيل التيار الكهربائي بعد الصيانة .

*** تصدع بسبب الحريق :** وكمثال للتصدع بسبب الحريق ما حدث لمبنى من ثلاثة طوابق يستخدم لمكاتب ومختبر ومكتبة بإحدى الكليات العلمية ، وقد تم تنفيذ هذا المبنى من الخرسانة المسلحة مع قواطع داخلية من الخشب ، وقد شب فيه حريق مدمر بسبب إلتماس كهربائي في أحد المكيفات . وساعد وجود القواطع الخشبية والأعداد الكبيرة من الكتب على انتشار الحريق . وبالرغم من عدم انهيار المبنى إلا أن اللجنة الفنية قد أوصت بإزالته نظراً لفقدان المواد لجزء كبير من خواصها بعد الحريق ، ولعدم توفر السلامة والأمان ، خاصة وأن المبنى يرتاده عدد كبير من الطلاب والأساتذة .

*** تصدع بسبب الأملاح :** تتسبب أملاح الكلور والكبريت والتي توجد عادة في المناطق الساحلية في تآكل حديد التسليح وتشقق وتكسر المواد الخرسانية ، ومن أمثلة ذلك ماحدث لمبنى كبير كان السبب لتصدعه تآكل أجزاء عديدة من حديد التسليح من جراء زوال الطبقة التي تكسوه وبالتالي تعرضه للعوامل التي تساعد على التآكل بسبب الرطوبة ووجود أملاح الكلور والكبريت .

وقد دلت الدراسة أن المبنى تم صنعه من خرسانة ضعيفة للغاية ، كما كان هناك تسرب للمياه من أنابيب الصرف الصحي بسبب سوء وضع المواد العازلة للماء بأرضيات الحمامات والمطابخ . وكذلك كان هناك إهمال في القيام بالصيانة الدورية . وقد تم هدم المبنى وهو لم يتعد العشرين سنة ، أي أقل من نصف العمر المتوقع له .

*** تصدع بسبب المياه الجوفية :** ليس من المناسب أن يصل مستوى المياه الجوفية إلى مسافة قريبة من أساس المبنى لأنها تتسبب في هبوط المبنى ، ومن أمثلة ذلك ما حدث في مبنى لمعهد من معاهد التعليم العالي . بدأ هذا المبنى يعاني من التصدع بعد سنتين فقط من إكماله ، لإن المياه الجوفية وصلت لمستوى يفوق مستوى الطابق السفلي بحوالي ثلاثة سنتميترات وبقيت هكذا لمدة عام مسببة هبوطاً في أرضيات المبنى ، وفي العديد من التصدعات الاخرى مثل تشققات الأجزاء الخرسانية للجزء الاسفل وتآكل حديد التسليح .

وقد أثبتت الدراسة أيضاً أن مستوى



● تصدع نتيجة لانفجار سخان مياه .

الخرسانة كان متدنياً وأن قوتها عن ومن التشييد كانت أقل من القوة المفترضة حسب التصميم ، وتم إنقاذ المبنى بعد إجراء عمليات مكثفة ومدروسة من الصيانة .

*** انهيار لأسباب متعددة :** وكمثال للإنهيار لأسباب متعددة ماحدث لمبنى عمره ست سنوات . فقد وجد ، بعد إنهياره ، أن الأسباب كانت ضعف الخرسانة المكونة للإعمدة وبعض الاجزاء السفلى ، ووجود بعض المواد الكيميائية الضارة بالخرسانة المكونة للأساس (املاح الكبريت والكلور ) ، زد على ذلك ، فقد تم إصلاح السقف الذي تسربت منه مياه الأمطار بزيادة طبقات من مواد البناء فوقه ، مما أدى إلى زيادة سمك السقف من ( ١٢٠ مليمتر ) إلى ( ٥٠٠ مليمتر ) ، وبالتالي زيادة الحمل على المبنى . ومما زاد الأمر سوءً أن المقاول قام بتخزين العديد من مواد البناء فوق السقف أثناء عملية الإصلاح .

## الحد من تصدع المباني

لعله من البديهي القول بأن تفادي تصدع المباني ، الذي قد يؤدي إلى انهيارها ، يكمن اساساً في تفادي مسبباته التي أوردنا العديد منها أعلاه . ويلعب التحكم الدقيق ومراقبة ومتابعة سير العمل في كل المراحل التي يمر بها المبنى دوراً اساساً في الحد من تصدع المبنى . ويمكن أن تبدأ أعمال المراقبة والتحكم من مرحلة الدراسة والتصميم ، مروراً بمرحلة التنفيذ ، ثم الإستخدام والصيانة الدورية ( الوقائية ) والتصحيحية . ومن المهم أن يتم كل ذلك تحت اشراف هندسي مؤهل .

خلاصة القول أن الكثير من التصدع المسبب للإنهيار في المباني يمكن تفاديه لو تم إتباع الأسس السليمة المعروفة جيداً في صناعة البناء ، التي من أهمها الرقابة الفنية الصارمة للمبنى في كل مراحله من الدراسات الأولية إلى فترة استخدامه وما يتوجب القيام به من صيانة في هذه الفترة .




أ. إيهاب صلاح الدين

تمثل كوارث النقل البحري إحدى الكوارث غير الطبيعية التي يواجهها الإنسان سواءً في الأنفس أو الممتلكات . وعلى الرغم من التطور التقني في وسائل الأمن والسلامة في مثل تلك الكوارث إلا أن إزدياد حركة النقل البحري ـ خاصة نقل البضائع ـ قد أدى لزيادة تلك الكوارث بسبب التطور الذي حدث في حجم السفن وتنوع المواد التي تحملها ، فعلى سبيل المثال أدى الطلب المتزايد على النفط إلى تزايد السفن العملاقة المخصصة لنقله مما زاد من المخاطر التي تتعرض لها السفن من جراء التسرب النفطي في المحيطات أو الحرائق الكبيرة وغيرها .

وبما أن السفن هي المحور الرئيس لكوارث النقل البحري فإن حجم الكارثة يعتمد على حجم السفينة ، والغرض المستخدمة فيه ، ومقدار ما تحمله من بضائع وأنفس .

## أنواع السفن

تقسم السفن إلى مجموعات تشمل كل مجموعة أنواعاً متقاربة التصميم والوظائف وذلك كما يلي:-

### ● سفن النقل

تشمل سفن النقل سفن الركاب ، وسفن البضائع الجافة ، وناقلات البترول والمعديات أو العَبّارات . وتعد من أهم أنواع السفن المعرضة للكوارث بسبب ما تحمله من أنفس وبضائع.

### ● سفن الخدمات البحرية

تشمل سفن الخدمات البحرية القاطرات البحرية وسفن الإنقاذ ، وسفن تحطيم الثلوج ، وسفن الأرصاد الجوية ، وسفن الإرشاد .

### ● سفن الأغراض الأخرى

تشمل سفن الأغراض الأخرى سفن الصيد ، وسفن صيد وتصنيع الحيتان ،

وسفن مراسلات التلغراف ، وسفن النزهة ، والسفن الحربية .

ومع هذا التعدد والتنوع من السفن والناقلات ، وازدياد اعدادها المستعملة في كل مجال فإنها تتعرض إلى حوادث وكوارث مختلفة تتمثل فيما يلي :-

## كوارث التصادم والإرتطام

تمثل حوادث التصادم والارتطام أكبر نسبة من كوارث النقل البحري ، فعلى سبيل المثال أدت الطفرة الكبيرة في صناعة النقل البحري خلال الفترة من ١٩٦٠م إلى ١٩٨٠م إلى تزايد حمولة السفن إلى سبعة أضعاف ما كانت عليه ، وخلال تلك الفترة ظهرت أنواع جديدة من السفن مثل سفن الحاويات السريعة ، وسفن نقل البضائع الخطرة (ناقلات الغاز والبترول والمواد الكيميائية) . ومما ضاعف من حجم المشكلة إزدحام الممرات المائية بالعديد من المنشآت البترولية وغيرها مما زاد من صعوبة حركة السفن والحد من حريتها . وتشير البيانات الاحصائية إلى أن عدد السفن وحمولاتها سيزداد مستقبلاً بسبب أن النقل البحري لايزال أرخص وسائل النقل على الإطلاق .

وعليه فإن خطر التصادم والإرتطام سيظل في زيادة مستمرة ، وبالتالي يزيد من حجم الكارثة سواء كانت كارثة بيئية مثل تسرب النفط أو الغاز أو المواد البترولية ، أو كارثة في الأرواح والممتلكات .

ومن أجل ذلك قامت العديد من الدول باتخاذ الإجراءات الأمنية اللازمة للحد من خطورة تلك الحوادث ، وذلك من خلال الإشراف على الممرات المائية ومناطق الاقتراب من الموانىء المزدحمة مثل موانىء أوربا وأمريكا وجنوب شرق آسيا ، وإدخال العديد من أنظمة تأمين الملاحة مثل أنظمة فصل مسارات المرور وإقامة شبكات المتابعة بالرادار ووضع المسارات الملاحية المناسبة .

### ● مسببات كوارث التصادم

يحدث تصادم وارتطام السفن سواء كان ببعضها البعض أو ارتطامها بالشعب المرجانية بسبب عوامل عدة مثل : خصائص المرور ، والإجراءات المتبعة من قبل سلطات الإشراف الملاحي ، والظروف الجوية ، ويوضح الشكل (١) أهم العوامل التي تؤثر على معدل حوادث تصادم السفن .

لعله من المناسب التطرق لبعض الأمثلة لكوارث التصادم والإرتطام ولكن ليس من السهل حصر جميع الكوارث الناجمة عنها، إذ أن الملاحة البحرية تعد من أكثر سبل التنقل بين اقطار المعمورة بدءاً من المراكب الشراعية الصغيرة مروراً بالسفن الكبيرة التي استخدمها المكتشفون الأوائل للأراضي الجديدة وانتهاء بالسفن العملاقة الحالية ، غير أنه من المناسب إعطاء أمثلة حديثة عن حجم الكوارث التي نجمت عن ارتطامات السفن وذلك كما يلي :-

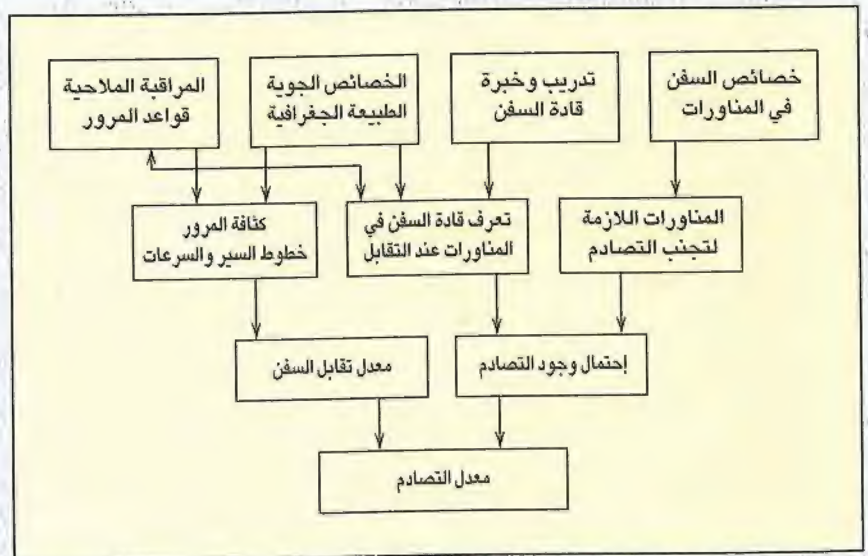
* **حادث برنسيس أليس وبيوبل كاسل :** وقع عام ١٨٧٨م عندما تصادمت الباخرة برنسيس اليس الهولندية مع الباخرة بيوبل كاسل الإنجليزية في نهر التايمز البريطاني نتيجة انحراف مسار الباخرة الأولى ، وقد نجم عن الحادث وفاة ٦٤٠ شخصاً .

* **حادث الينى - ٥ :** وقع عام ١٩٦٧م عندما جنحت ناقلة النفط كوري كانون بحمولتها البالغة ٣٥٠ الف طن زيت نتيجة لإنحراف الباخرة الينى - ٥ عن مسارها بالقرب من جزيرة بيشوب البريطانية مما أدى إلى تصادمهما وتسبب في تسرب كمية كبيرة من الزيت حوالي (١٠٠ألف طن) . غطت دائرة قطرها ٣٥كم مؤدية إلى تلوث كبير لبعض الشواطىء البريطانية .

* **حادث ناقلة البترول أورو :** حدثت عام ١٩٧٠م عندما جنحت الناقلة الليبرية أورو عن مسارها وتسرب منها حوالي ١٨٠ ألف طن من البترول في خليج شيوبوكتو بالقرب من السواحل الكندية .

* **حادث الناقلة ميثولا :** حدث عام ١٩٧٤م عندما جنحت الناقلة البريطانية ميثولا عند اصطدامها بشعب مرجانية ، وقد ساعدت حمولتها الزائدة عن المقرر - حوالي ٢٥٠ ألف طن زيت - في عظم الكارثة حيث تسرب ما مقداره ١٣٠ ألف طن في الشواطىء البريطانية مخلفة بقعة من الزيت بقطر ٢٨كم .

* **حادث أموكو قادس :** حدث عام ١٩٧٥م عندما تسبب عطل ميكانيكي في أجهزة التوجيه في جنوح السفينة




● شكل (١) العوامل المؤثرة على معدل تصادم السفن .

| سبب الحادث / الفترة الزمنية | ١٩٢١ - ١٩٣٠م | ١٩٥٩ - ١٩٦٠م | ١٩٦١ - ١٩٧٠م | ١٩٧١ - ١٩٨٠م |
|---|---|---|---|---|
| غرق | ٩٩ | ٣٧ | ٤٨ | ٣٨ |
| جنوح | ٧٩٩ | ١٠٣ | ٥٨ | ٥٨ |
| تصادم | ٣٢١ | ١١٦ | ٧٣ | ٤١ |
| فقدان | ٤٧ | ٣ | ١ | ٢ |
| إنفجارات وحرائق | ٧٧٨ | ١٨٤ | ٦٣ | ٥٩ |
| أسباب أخرى | - | - | ٢٣ | ٤٦ |
| المجموع | ٢٠٤٤ | ٤٤٣ | ٢٦٥ | ٢٤٤ |
| العدد التقريبي للسفن | ٨٢٠٠ | ٥٦٠٠ | ٤٤٠٠ | ٣٥٠٠ |
| أضرار الحرائق (٪) | ٪٣٨ | ٪٤١,٥ | ٪٢٣,٧ | ٪٢٤,٢ |

● جدول (١) أسباب الأضرار الجسيمة بالسفن (حمولة أكثر من ١٠٠ ألف طن) بالمملكة المتحدة.

| سبب الحادث / الفترة الزمنية | ٥٦ - ١٩٦٠م | ٦١ - ١٩٦٥م | ٦٦ - ١٩٧٠م | ٧١ - ١٩٧٥م | ٧٦ - ١٩٨٠م |
|---|---|---|---|---|---|
| غرق | ٢٤٢ | ٣٠٨ | ٥٠٨ | ٦٦٠ | ٧٢٥ |
| جنوح | ٣٥٥ | ٥٤٨ | ٦٠٨ | ٥٢٨ | ٦٦٨ |
| تصادم | ١٠٤ | ١٣٣ | ١٨٤ | ١٩٢ | ٣٠٦ |
| إنفجارات وحرائق | ٧٧ | ١٥٦ | ٢٧٢ | ٢٩٤ | ٢٤٠ |
| أسباب أخرى | ٨٠ | ٧٣ | ٨٢ | ٨٤ | ٦٧ |
| المجموع | ٨٣٨ | ١٢١٨ | ١٦٥٤ | ١٧٥٨ | ٣٠٠٦ |
| النسبة المئوية للخسارة بسبب الحريق | ٪٩ | ٪١٢,٨ | ٪١٦,٤ | ٪١٦,٧ | ٪١٧ |

● جدول (٢) السفن العالمية (حمولة أكثر من ١٠٠ ألف طن) التي أصيبت بخسارة كاملة.

أموكوادس الفرنسية بالقرب من شاطىء النورماندي شمال فرنسا . وقد أدى الحادث إلى غرق أغلب ركاب السفينة البالغ عددهم ٥٥٠ راكباً .

*** حادث تصادم برافري وبوهلين :** حدث عام ١٩٧٦م عندما تصادمت السفينة برافري بالسفينة بوهلين ــ كلاهما بريطانيتين ـ عند الشواطىء البريطانية . وقد أدى الإصطدام إلى خروج السفينتين عن مسارهما الملاحي ، ونتج عن ذلك تحطم السفينتين مع غرق ٥٤٠ شخصاً واصابة ٢٠٠ أخرين بجروح .

*** حادث ناقلة البترول أماكوكاديز :** حدث في مارس ١٩٧٨م عندما جنحت الناقلة المذكورة عن مسارها بالقرب من سواحل بريثاني الفرنسية فتسرب من حمولتها البالغة حوالي ٢٣٠ ألف طن من النفط الخفيف ٢٢٠ ألف طن إلى مياه البحر فتسبب في تكوين بقعة من الزيت بلغت مساحتها ٥٠٠٠كم٢ دفعتها الأمواج إلى الشواطىء الفرنسية السياحية فدمرت الحياة البحرية فيها تدميراً كاملاً . ويعد هذا الحادث من أكبر الحوادث البحرية حتى الآن .

*** حادث العبارة سالم إكسبريس :** حدث عام ١٩٩٢م عندما غرقت العبارة المصرية سالم إكسبريس بالقرب من سفاجا المصرية نتيجة اصطدامها بالشعب المرجانية بسبب حمولتها الزائدة وسوء الأحوال الجوية (عواصف ورياح شديدة) أخرجتها عن مسارها . ومما زاد الأمر سوءاً اشتعال النيران بالجزء السفلي من العبارة . وقد لقي معظم ركاب السفينة حتفهم حرقاً أو غرقاً .

## ● تنظيم الملاحة البحرية

أخذ تنظيم الملاحة البحرية (قواعد منع التصادم) في البحار صفة الشرعية الدولية منذ عام ١٨٦٤م وذلك عقب الحوادث البحرية المختلفة . ومن أهم تلك التنظيم ضرورة إلتزام السفن بالملاحة على الجانب الأيمن من المسارات البحرية عند مقابلتها لسفن أخرى .

ونتيجة لدراسات متأنية وبعد عقد مؤتمرات دولية تمت عام ١٨٨٩م بمدينة واشنطن صياغة قواعد تنظم الملاحة البحرية أطلق عليها "قواعد واشنطن" ، بعدها قامت لجنة السلامة الدولية في البحار بإدخال العديد من التعديلات في هذه القواعد كان آخرها عام ١٩٧٢م . وقد تم الإعتراف الدولي بقواعد ١٩٧٢م واصبحت ملزمة قانوناً . كما ذهبت بعض الحكومات أبعد من ذلك بإلزامها السفن الزائرة لموانئها بتركيب بعض الأجهزة الملاحية الإضافية .

## كوارث الحرائق

تأتي كوارث حرائق السفن في المرتبة الثانية بعد كوارث الإصطدام من حيث الأهمية ، ويوضح جدول (١) الأسباب المؤدية إلى أضرار جسيمة بالسفن في المملكة المتحدة والتي يمثل الحريق نسبة كبيرة فيه . وتعد كوارث الحريق من أخطر كوارث النقل البحري بسبب ما ينجم عنها من خسائر بشرية ومادية وبسبب سرعة انتشارها ، ولأن مكافحتها تتطلب جهود شاقة وتصرف سريع . ومما يزيد الأمر خطورة أن نسبة ما ينجم عنها من خسارة كاملة للسفن ـ في العالم ـ في تزايد مستمر ، جدول (٢) ، بسبب ازدياد حركة النقل

البحري وتنوع السفن والبضائع التي تحملها . وحسب التقرير الذي رفعته الولايات المتحدة الأمريكية إلى المنظمة الإستشارية للملاحة الدولية (Inter-Governmental Maritime Consultative Organization - IMCO) لعام ١٩٨١م ، فإن سفن البضائع تعد أكثر السفن تعرضاً للحرائق ، يليها من حيث الأهمية ناقلات النفط والغاز . ويوضح جدول (٣) الأنواع المختلفة للسفن التي تعرضت للحريق لعام ١٩٨١م .

| نوع السفن | العدد | النسبة (٪) |
|---|---|---|
| ركاب | ١٢ | ٧,٩ |
| بضائع :<br>بضائع عامة<br>بضائع حب<br>دحرجة<br>حاويات<br>بضائع مختلفة | <br>٧٥<br>١٢<br>٧<br>٤<br>١ | ٦٥,١ |
| ناقلات نفط<br>ناقلات غاز | ٢٦<br>٢ | ١٨,٤ |
| أخرى | ١٣ | ٨,٦ |
| المجموع | ١٥٢ | ١٠٠ |

● جدول (٣) اعداد وأنواع السفن التي تعرضت للحريق (١٩٨١م)

## ● أسباب حرائق السفن

تعد الحرائق الناجمة عن الصيانة واللحام من أكثر حوادث حرائق السفن انتشاراً حيث تمثل حوالي ٤٠٪ من الحوادث ويوضح جدول (٤) أماكن الخسارة الكاملة أو الجسيمة نتيجة الحرائق والإنفجارات على سفن انجليزية خلال الفترة ١٩٦٥ إلى ١٩٧٦م ، ويأتي في المرتبة الثانية من حيث كثرة الانتشار الحرائق الناجمة عن الأحمال والإهمال والقصور في أماكن تواجد اللهب المستمر في السفن مثل المطابخ ، وكذلك الحرائق الناجمة عن الاعطال الكهربائية أو اعطاب المحركات حيث تعاني غرف المحركات من خطر عظيم نظراً لتعرضها لإرتداد النيران من أفران الغلايات والغازات والأبخرة المتسربة من المحركات وخطوط المواسير الساخنة ، بالإضافة إلى وجود الزيوت والأوسخة العالقة في غرفة المحركات . كذلك لا يخفى أثر التدخين في الأماكن المحظورة على سلامة السفن إذ رغم أن الحوادث الناجمة عنها قليلة مقارنة بالأسباب الأخرى إلا أن التهاون في أمرها قد يؤدي إلى كارثة كبيرة .

## ● وسائل مقاومة الحرائق

يعد التخطيط المسبق لمنع حدوث الحرائق في السفن من أنجح السبل لتفادي كوارث السفن . وعليه لابد من الأخذ في الإعتبار تزويد السفن بالوسائل الانشائية للوقاية من الحرائق وغيرها ، ثم يلي ذلك التخطيط لتنظيم عمليات الإنذار المبكر لاكتشاف ومقاومة الحرائق عند نشوبها .

ويعد موضوع تدريب طاقم السفينة على استخدام الوسائل الفنية لتنفيذ عمليات المكافحة من أهم المواضيع التي يجب أن تؤخذ في الإعتبار .

ومن أهم الوسائل الوقائية لدرء كوارث حرائق السفن ما يلي :-

- تقسيم السفن إلى قطاعات رأسية بحيث تُفصل كل من غرف المحركات و عنابر الشحن وأماكن الخدمات عن بعضها البعض .
- الحد من استخدام المواد القابلة للإشتعال أو الملتهبة على السفن .
- التوزيع المثالي للمواد الخطرة على السفينة وتخزينها في أماكن آمنة بعيداً من مصادر الحريق الأخرى .
- تزويد السفن بأجهزة كشف وانذار ومكافحة الحرائق والرقابة الدورية عليها.
- دهن السفينة وأجهزتها بمواد غير قابلة للإشتعال .
- منع استخدام النيران المباشرة (شمعات اللحام ، الفتائل المشتعلة ، الشموع ، الفوانيس) بالقرب من مخازن شحن المواد القابلة للإشتعال .
- مراعاة إجراءات السلامة في الأجهزة الكهربائية وغرف الغلايات والافران .

| مكان الحريق / العام | ٦٥ | ٦٦ | ٦٧ | ٦٨ | ٦٩ | ٧٠ | ٧١ | ٧٢ | ٧٣ | ٧٤ | ٧٥ | ٧٦ | المجموع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الماكينات | ٢ | ١ | ٢ | ٢ | ٦ | ٣ | - | - | ٤ | ٧ | ٤ | ٢ | ٣٣ |
| أماكن الإعاشة والخدمات | ٤ | ١ | ٢ | ٧ | - | ٢ | ٢ | - | ٤ | ١ | ٣ | ٢ | ٢٨ |
| أماكن شحن البضائع الجافة | - | - | ١ | ٢ | - | - | - | - | ١ | - | - | - | ٤ |
| أماكن شحن (ناقلات) | - | ١ | ٤ | ١ | ١ | ١ | - | - | ١ | - | - | - | ٩ |
| أماكن شحن (ناقلات بضائع مختلفة) | - | - | - | - | - | - | ٢ | - | - | - | - | - | ٢ |
| المضخات | - | - | - | - | ١ | - | - | - | ١ | - | - | - | ٢ |
| أماكن أخرى | - | - | - | - | - | - | - | - | ٢ | - | - | - | ٢ |
| المجموع | ٦ | ٣ | ٩ | ١٢ | ٨ | ٦ | ٤ | - | ١٣ | ٨ | ٧ | ٤ | ٨٠ |

● جدول (٤) أماكن الخسارة الكاملة أو الجسيمة نتيجة الحرائق والإنفجارات على سفن انجليزية (١٩٦٥ - ١٩٧٦م) .

# دور جذر الأكسجين في السرطان والشيخوخة

**رغم أن الأكسجين يعد عصب الحياة للحيوان لدخوله عن طريق الدم في كثير من العمليات الأيضية داخل الجسم إلا أنه يمكن أن يكون مضراً بسبب مايحدثه من أمراض أو شيخوخة مبكرة .**

**أفادت نتائج بحوث حديثة أن زيادة وطأة الأكسدة داخل الجسم تلعب دوراً خطيراً في مساعدة التبكير بالشيخوخة ، وكذلك في تسريع تطور السرطان وانتشاره .**

في دراسة ظهرت بالولايات المتحدة بتاريخ ٦ ديسمبر ١٩٩٤م أشار **راجندار سوهال** ( Rajindar S.Sohal ) **وسانجيف اقاروال** ( Sanjiv Agrawal ) بجامعة دلاس بتكساس أنه كلما زادت كمية الحامض النووي منقوص الأكسجين المؤكسد ( Oxidized DNA ) في الذباب المنزلي قصر عمرها . وذلك بغض النظر عن طريقة حدوث الأكسدة سواء كان بسبب النشاط الطبيعي أو التعرض للأشعة المؤينة أو تنفس الأكسجين بدلاً من الهواء .

وقد لاحظ الباحثان كذلك أن معدل أكسدة الحامض النووي منقوص الأكسجين قد أدى إلى تقدم العمر . ويؤيد ذلك مالاحظه **سوهال** ومجموعته في أبحاث سابقة من أن تقدم عمر الحيوان يزداد كلما تضاءل معدل انتاج مضادات الأكسدة ( Antioxidants ) وزاد معدل انتاج عوامل الهدم الداخلية المتمثلة في الأكسدة .

ويذكر **سوهال** أنه بالرغم من أن الحامض النووي منقوص الأكسجين يمكن أن يتعرض للتعديل سواء كان بالطفرة أو الهدم ، إلا أن معدل التعديل يختلف من موقع إلى اخر في الخلية نفسها ، حيث أنه في حالة الذباب المنزلي يبلغ أكثر من ثلاثة أضعافه في الأجسام السبحية ( Mitochondria ) منه في بقية مكونات الخلية لأنها الأجزاء المسؤولة عن إمداد الطاقة . ولذلك فان الأجسام السبحية تعد المصدر الرئيس لجذر الأكسجين ، ثم العامل الرئيس للتبكير في الشيخوخة .

وبما أن الحيوانات الأخرى لا تختلف عن الذباب المنزلي فان كثيراً من علماء الأحياء يعتقدون أن هناك علاقة شبيهة بين الأكسدة والشيخوخة في الإنسان .

من جانب آخر أشارت دراسات أخرى إلى وجود علاقة وطيدة بين عمليات هدم الأكسدة (Oxidative Damage) والسرطان وأمراض القلب ، ففي تجربة استخدمت فيها الفئران المعرضة لقطران السجائر أشارت دراسة قام بها **رايودو قوبالاكريشنا** ( Rayudu Gopalakrishna ) ومجموعته من جامعة جنوب كاليفورنيا للطب في لوس انجلس إلى أن الخلايا السرطانية المحقونة للفئران تنمو اكثر في رئات الفئران المعرضة للقطران مقارنة برئات الفئران الأخرى ، وفي دراسة منفصلة أثبتت مجموعة جامعة جنوب كليفورنيا المذكورة أن مركبى الكاتيكول (Catechol) والهيدروكوينون (Hydroquinone) — من مكونات قطران السجائر ويذوبان في الماء - يساعدان في شدة انتشار الخلايا السرطانية عن طريق انتاجهما للجذور المؤكسدة . إضافة لذلك فان هذا الإنتشار يزداد بسبب تأثير عمليات الأكسدة على الإنزيم المنظم للكالسيوم في الخلايا (Calcium and Protein Kinase C - PKC ) .

وفي دراسة منفصلة يؤكد **لانس ليوتا** ( Lance A. Liotta ) من مركز أبحاث السرطان بمريلاند أن هناك علاقة بين انتشار السرطان وكميات الكالسيوم و الـ PKC في الخلايا ، وعليه فان التدخين المتواصل ربما يساعد على زيادة انتشار السرطان .

ويذكر **وليم بريور** (William A Pryor) من جامعة لويزيانا أن نتائج بحوث جامعة جنوب كاليفورنيا المذكورة تطابق نتائج بحوث فريقه في أن المركبين المذكورين الموجودين في قطران السجائر يمكن أن يرتبطا بالحامض النووى منقوص الأكسجين ليؤكسداه وبذلك فانهما يتسببان في الطفرة أو التسرطن .

---

● المصدر :

Science News 146, Dec .17 th, P 407.

# مصطلحات علمية (*)

● إطفاء آلي
**Automatic Fire Fighting**
وسيلة فعالة لمكافحة الحريق ويستخدم فيها مختلف مواد الاطفاء ، وتعمل بوساطة أنظمة كشف تقوم على أسس فيزيائية أو كيميائية ، مثل الماء ، والبودرة الكيميائية ، والهالون ، وغاز ثاني أكسيد الكربون أو الرغوة ...

● تلوث **Contamination**
وجود مادة أو مواد كيميائية أو إحيائية أو مشعة في مواد أخرى أو على جسم الإنسان غير مرغوب في وجودها بسبب ماينتج عنها من أضرار أو مخاطر على الإ نسان أو البيئة .

● إجراء مضاد **Counter Measure**
أى فعل أو مجموعة أفعال تهدف إلى تخفيف عواقب حادث أو كارثة ما .

● دفاع في العمق **Defence in Depth**
استخدام أكثر من إجراء وقائي لتحقيق هدف معين من أهداف الحماية والأمان ضد الحوادث أو الكوارث .

● اضطرام **Deflagration**
تفاعل كيميائي يصاحبه إطلاق شديد للحرارة واللهب والشرر ، أو رش الرقائق المحترقة .

● حادث متوقى بالتصميم
**Design Basis Accident**
حادث يؤخذ في الحسبان في مرحلة التصميم بوضع إجراءات الأمان للمنشأة بحيث يتوقى وقوعه .

● فرقعة **Detonation**
تفاعل كيميائي مرافق للتمدد الحراري ، ينتشر بسرعة أكثر من سرعة الصوت وبذلك تكون منطقة التفاعل المتقدم مسبوقة بموجة اصطدام .

● موجة انفجارية **Detonation Wave**
موجة صدمية ترافق الانفجار تتكون من جبهة صدمية تتبعها منطقة ضغط متناقص يحدث فيها التفاعل .

● خطة الطوارىء **Emergeney Plan**
مجموعة الأفعال ، والإجراءات ، والخطوات المتتابعة والمرتبة التي يتم تنفيذها بمجرد وقوع الحادث أو الكارثة لتخفيف العواقب واستعادة الوضع الطبيعي .

● شجرة الأحداث **Event Tree**
مخطط كامل يتضمن بنية الحادث أو الكارثة وتفرعاتها وعلاقات مكوناتها ممثلة بخطوط تفرع ، ويقوم المخطط على أساس نموذج منطقي يمثل تعاقب الأحداث التى قد تحدث .

● وقود متفجر **Explosive Fuel**
أية مادة تجمع بين الأكسجين ومكونات أخرى متفجرة لإنتاج طاقة انفجارية ، تحتوى على الألمنيوم والسيليكون والكربون والكبريت والجليسرين والجلايكول وشمع البرافين وزيت الديزل .

● مفاعل ولود سريع
**Fast Breeder Reactor**
مفاعل نووي يعتمد فيه الانشطار المتسلسل وحرجية المفاعل على النيوترونات السريعة ليولد مادة انشطارية مثل البلوتونيوم ٢٣٩ أكثر مما يستهلك ، وذلك بتحويل المادة القابلة للانشطار مثل اليورانيوم ٢٣٨ إلى مادة إنشطارية .

● شجرة الأخطاء **Fault Tree**
نموذج لأعطال معدة وأخطاء بشرية متوازية أو متتابعة قد ينتج عنها وقوع حادث أو كارثة .

● مادة انشطارية **Fissile Material**
مادة يمكن أن تنشطر بالنيوترونات الحرارية والبطيئة مثل البلوتونيوم ٢٣٩ واليورانيوم ٢٣٥ .

● مادة قابلة للانشطار
**Fissionable Material**
مادة قابلة للانشطار بوسيلة ما مثل نوى اليورانيوم ٢٣٨ والثوريوم ٢٣٢ التى تنشطر بفعل النيوترونات السريعة .

● مادة خطرة **Hazardous Material**
أية مادة أكالة أو قابلة للاشتعال أو متفجرة ، أو أية مادة أخرى تعرض صحة الإنسان للخطر ، إذا لم يتناولها بطريقة مناسبة .

● نفاية صناعية **Industrial Waste**
مواد عديمة القيمة متبقية من العمليات الصناعية .

● أمن صناعي **Industrial Security**
جانب من الأمن الداخلي يتناول حماية المنشآت الصناعية ، والموارد ، والمرافق، والمواد من الفقد أو التلف .

● معدل الانتشار **Propagation Rate**
السرعة التي تتقدم فيها جبهة اللهب في خليط مؤلف من وقود ملتهب ومؤكسد مثل الغاز والهواء .

● فترة انتشار اللهب
**Propagation Period**
الزمن الذي يستغرقه انتشار اللهب على مسافة أو مساحة محددة في مادة تشتعل في شروط محددة .

● مخاطر **Risks**
جميع الأخطار والأضرار الواقعة على الإنسان التي تنجم عن عمل أو إجراء ما أو حادث أو كارثة .

● تحليل الأمان **Safety Analysis**
مراجعة شاملة وتحليل كامل لجميع جوانب تصميم وتشغيل الأجهزة والمعدات والمنشآت بما في ذلك تحليل المخاطر وجميع البنود المرتبطة بحماية الإنسان والبيئة عند تشغيل المنشأة .

● ثقافة الأمان **Safety Culture**
مجموعة من التوجهات والخصائص في الأشخاص على كافة المستويات وفي المنشآت عموماً ترسخ أن مفهوم قضايا الأمان والسلامة يجب أن يحظى بنفس الاهتمام الذى يحظى به الانتاج .

---

( * ) المصدر :
البنك الآلي السعودي للمصطلحات (باسم)
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



# من أجل فلذات أكبادنا

## التوصيل الحرارى

تعلمون أن خاصية التوصيل (Conduction) من ضمن الوسائل التى تنتقل بها الحرارة من الجسم الحار إلى الجسم البارد . فعند تسليط الطاقة الحرارية على طرف جسم موصل للحرارة فإن هذه الطاقة تنتقل من الذرات الأكثر طاقة إلى الذرات الأقل طاقة ، وهكذا حتى تصل إلى الطرف الآخر من الجسم ، وتختلف الذرات في كفاءة توصيلها للحرارة حسب المادة المكونة لها . فمثلاً تعد الفلزات مثل الحديد والنحاس ـ رغم اختلاف التوصيل الحراري لكل منها عن الآخر ـ من المواد ذات التوصيل الجيد للحرارة ، بينما تعد اللافلزات مثل الكبريت والكربون ذات توصيل أقل للحرارة، أما المواد الأخرى مثل الأخشاب والبلاستيك فإنها رديئة التوصيل للحرارة .

تمثل التجربة الموضحة أدناه تبسيطاً لمبدأ التوصيل الحرارى باستخدام بعض المواد المألوفة .

● أدوات التجربة

١ ـ كأس شاى .

٢ ـ أجسام ذات توصيل متفاوت للحرارة (ملعقة شاى ، قضبان من كل من الحديد و النحاس والكربون والخشب والزجاج والبلاستيك ) .

٣ ـ بذور جافة ( قمح أو بازليا أو لوبيا ... إلخ).

٤ ـ زبد جامد .

٥ ـ ماء في درجة الغليان .

● خطوات التجربة

١ ـ ضع الأجسام المراد اختبارها للتوصيل الحرارى داخل الكأس وثبت في كل واحد منها بذرة جافة بوساطة قليل من الزبد ، تأكد من أن البذور مثبتة على ارتفاع واحد ، شكل (١) .

٢ ـ إملأ الكوب بالماء المغلى ، شكل (٢) ، لاحظ مايحدث للبذور المثبتة في الأجسام .

● الملاحظات

تساقط البذور من الأجسام المصنوعة من مواد معدنية ( ملعقة الشاى ، النحاس ) قبل تساقطها من الأجسام الأخرى .

● الأسباب

انتقلت الطاقة الحرارية من الماء إلى الأجسام الموجودة بالكوب بدرجات مختلفة حسب طبيعة كل جسم ، فالأجسام ذات التوصيل الجيد للحرارة مثل الملعقة وقضيب النحاس انتقلت فيها الحرارة من أسفل إلى أعلى أسرع من الأجسام الأخرى ، وقد أدى ذلك إلى انصهار الزبد من هذين الجسمين وبالتالي تساقط البذور منها قبل الأجسام الأخرى .

---

● المصدر :

Johnsoh and King (Pocket Scientist Chemistry experiments) 1981 Usborne Publishing Ltd London , P 51 .



● شكل (٢) .




● شكل (١) .



● شكل (٣) .



# كتب صدرت حديثاً

## زيادة الوزن والسمنة التعريف ، الخطورة ، العلاج

صدر هذا الكتاب عام ١٤١٥هـ ـ ١٩٩٤م عن مكتبة الوراق بالرياض وهو من تأليف **الدكتور عدنان سالم باجابر** ـ قسم علوم الأغذية ـ كلية العلوم الطبية التطبيقية ـ جامعة الملك سعود .

يقع الكتاب في ٢٤٦ صفحة من الحجم المتوسط ، ويحتوى على مقدمة وعشرة فصول ، بالإضافة إلى تسعة ملاحق وقائمة بالمراجع الأجنبية .

وتتناول فصول الكتاب بالترتيب : ماهي السمنة ، وعناصر الغذاء الأساس (الكربوهيدرات ، الدهون ، البروتينات ، المعادن ، الفيتامينات ، الماء) ، وأنواع الطاقة اللازمة لنشاطات جسم الإنسان المختلفة (طاقة التمثيل الأساس وطاقة النشاط والحركة) ، وكيفية حساب قيمة الطاقة اليومية التي يحتاجها جسم الإنسان ، والتوليد الحراري وأنواعه ، والأنسجة الدهنية في جسم الإنسان ، والحد الطبيعي لوزن الجسم ومؤشر كتلته وكيفية حسابه ، وبداية السمنة وعلاقات متداخلة ، والعلاقة بين السمنة ، وبعض الأمراض مثل : أمراض القلب ، والسكرى وارتفاع ضغط الدم ، ومسببات السمنة مثل : الوراثة ، والنمط الغذائي ، وقلة النشاط والحركة ، وحوارات عن السمنة ، وطرق علاج السمنة وتخفيف الوزن مثل : التحكم الغذائي ، وتقليل الإستفادة من الغذاء ، واستعمال الأدوية ، والمنع المؤقت من تناول الطعام ، والعلاج الجراحي .

## البِنيَات والوظائف الجزيئية للخلايا

صدر هذا الكتاب عام ١٩٩٤م عن دار الكتب القطرية ، وهو من تأليف **الدكتورة شعاع اليوسف** ـ قسم علم الحيوان ـ جامعة قطر .

يقع الكتاب في ٤٠٢ صفحة من الحجم المتوسط ، ويحتوي على تنويه ، وتقديم وثلاثين فصلاً ، وقائمة بالمصطلحات العلمية والمراجع العربية والأجنبية .

وتتناول فصول الكتاب بالترتيب : مقدمة فى علم بيولوجية الخلية ، والطرق المستخدمة لدراسة الخلايا ، وأنواع المجاهر المستخدمة في دراسة الخلايا ، وطرق تحضير الأنسجة للفحص المجهرى ، والكيمياء الخلوية الجزيئية ،










وأنماط التنظيمات الخلوية ، والجدار الخلوى والغشاء البلازمي ، والتركيب الدقيق للألياف خارج الخلوية ووظائفها ، والتحورات المختلفة للسطح الخلوي ، والروابط بين الخلوية ، والنفاذية ، والنواة ، والنوية ، وتصنيع البروتين ، والشبكة الإندوبلازمية الخشنة ، والشبكة الأندوبلازمية الملساء ، وجهاز جولجي ، والليسوسومات أو الأجسام الحالة ، والبيروكسومات أو الجسيمات فوق الأكسيدية ، الميتوكوندريا ( المتقدّرات ) ، والأجسام ذات الصفائح المتعددة ، والأجسام ذات الحويصلات المتعددة ، والهيكل الدعامي للخلية ، والإضافات السيتوبلازمية ، والمميزات الخاصة بالخلايا العصبية ( العصبونات ) ، والمميزات الخاصة بالخلايا العصبية الإفرازية ، والمميزات الخاصة بالعضلات ، والحركة الخلوية ، وشيخوخة وموت الخلية ، والمميزات الخاصة بالخلايا النباتية .

## معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية الجائز والمستحيل

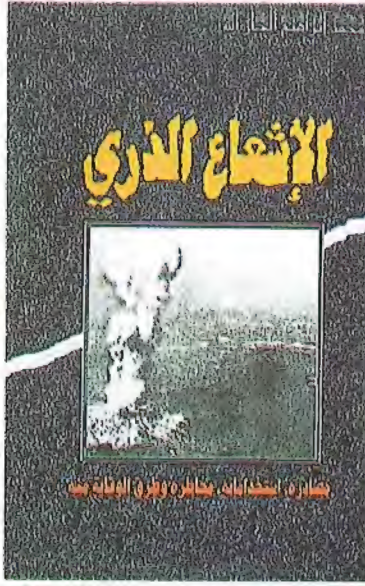
ألف هذا الكتاب الدكتور / **عبد الرحمن بن محمد مليباري** ـ معهد بحوث الطاقة الذرية ـ **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** ، وقامت بإصداره مطبعة سفير بالرياض عام ١٤١٤هـ ـ ١٩٩٤م .

يقع الكتاب في ١٥٢ صفحة من الحجم المتوسط تحوي وثائق للتاريخ ، وتعريف بالمؤلف ، وفهرس لمحتويات الكتاب ، وسبعة فصول بالإضافة إلى المراجع العربية والأجنبية .

تتناول فصول الكتاب الموضوعات التالية : مقدمة ، والبدايات ، والمفاوضات الدولية بشأن التوصل إلى معاهدة عالمية لمنع الإنتشار النووي ، وقرار الجمعية العامة رقم (٢٣٧٣) معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية ، وقراءة متأنية في مواد معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية ، واستعراض سير معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية ، والجائز والمستحيل في المعاهدة .

# الإشعـاع الـذري

عرض : أ. عبد الله حمد العقيل




**يقع هذا الكتاب في ٢٤٨ صفحة من القطع المتوسط ، ويحوي أحد عشر فصلا تتضمن رسوم وجداول بيانية وصور فوتوغرافية ، وقام بتأليفه د . محمد إبراهيم الجار الله أستاذ الفيزياء المشارك بجامعة الملك فهد للبترول والمعادن، والمستشار غير المتفرغ بوزارة الصحة في مجال الوقاية من الإشعاع .**

تناول **الفصل الأول** من الكتاب الإشعاع الذري ، وقد تم تعريفه بأنه ذلك النوع من الأشعة التي تملك القدرة على فلق الذرات والجزيئات التى تتكون منها المادة، وتطرق المؤلف في هذا الفصل إلى إكتشاف الأشعة السينية والنشاط الإشعاعي مبينا في ذلك أن الفضل في اكتشاف الأشعة السينية يرجع إلى العالم **كونارد رونتجين** عام ١٨٩٥م ، أما النشاط الإشعاعي فيرجع الفضل في اكتشافه الى العالم **هنرى بكريل** عام ١٨٩٦م.

وفي **الفصل الثاني** تطرق المؤلف إلى وحدات الإشعاع الذري وما طرأ عليها من تحديث ، حيث ذكر أن وحدات قياس النشاط الإشعاعي هي **الكوري** (Curie-Ci) **والبكريل** (Becquerel-Bq) ، ووحدات التعرض الإشعاعي هي **الرونتجين** (Roentgen-R) **وكولومب / كغم** (Coulomb / Kg - Coul / Kg) ، ووحدات قياس الجرعة الإشعاعية هي **الجراي** (Gray-Gy) **والريم** (Rem) ، وتطرق الكاتب إلى طرق القياس بواسطة الكواشف المختلفة حيث أمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين هما المقاييس المباشرة والمقاييس غير المباشرة .

وفي **الفصل الثالث** تعرض المؤلف لمصادر الإشعاع الذري وصنفها إلى صنفين هما : **الإشعاع الذري الطبيعي** ويقصد به الأشعة الكونية الواردة من الفضاء الخارجي ، والعناصر المشعه الموجودة في القشرة الأرضية ، والإشعاع الطبيعي داخل الجسم البشري ، أما **الإشعاع الذري المصنع** فيقصد به عدة مصادر منها : المصادر الطبية ، وتجارب التفجيرات النووية ، و مفاعلات ومحطات الطاقة الذرية ، و المنتجات الإستهلاكية التي تحتوى على مواد مشعة .

أفرد المؤلف **الفصل الرابع** للاشعاع الذري الناتج عن غاز الرادون نظراً لخطورة الجرعة الاشعاعية التي يسببها لعموم الناس ، حيث تطرق إلى مصادره ونظيريه مبيناً أن معظم الجرعة الإشعاعية له هي وليدات الرادون ، وتشكل مواد البناء وأرضيات المباني مصدراً هاماً في إنتاجه ، فقد وجد أن معدل تركيزه يزداد في دورات المياه ، ويعد من مسببات مرض سرطان الرئة ، وحسب دراسه أجراها المؤلف في عدة مدن سعودية وجد أن معدل تركيز غاز الرادون يتراوح ما بين ٥ إلى ٣٦ بكريل/م٣ بمتوسط ١٠ بكريل/م٣ ، وللتقليل من تركيزه ينصح المؤلف بأن تكون المباني ذات تهوية جيدة وأن تعالج الفتحات الأرضية فيها مع تجنب إستخدام مواد البناء التى تطلق كميات كبيرة منه .

وفي **الفصل الخامس** تطرق المؤلف إلى المصادر التقليدية للطاقة ، ثم تطرق إلى التفاعلات الذرية التى يمكن عن طريقها إنتاج الطاقة ، وأهمها الإندماج النووي والإنشطار النووي .

وقد استعرض المؤلف عدد من الاعتراضات على إستخدام الطاقة الذرية ، وكذلك الواقع الحالي لها ، والإستخدامات السلمية في مجال تحلية مياه البحر ، وتشغيل وسائل النقل (السفن ، الغواصات)، ثم تطرق إلى السلاح الذري وإستخراج وتعدين الوقود النووي وتخصيبه مبيناً أن الوقود النووي الرئيسي هو اليورانيوم الذي يوجد عادة في الحجر الرملي وحصى الكوارتز وفي عروق تمتد داخل التشكيلات الحجرية ، حيث يستخلص بعد عدة عمليات على شكل أكسيد اليورانيوم ($U_3O_8$) . بعدها عرّف المؤلف الكتلة الحرجة بأنها الكمية الكافية من الوقود النووي ( اليورانيوم ـ ٢٣٥ أو البلوتونيوم ـ ٢٣٩) لضمان حدوث تفاعل إنشطاري متسلسل ، ذاكراً العوامل المؤثرة عليه. وقد اوضح المؤلف أن الإنفجار النووي يحدث خلال أجزاء من المليون من الثانية ولكن تأثيراته على البيئة المحيطة تستمر إلى أسابيع ، ويتسبب في تلوث إشعاعي يستمر لسنين . أشار المؤلف كذلك الى أنواع الأسلحة الذرية ( القنابل الذرية ) ، حيث تم تطوير العديد منها مثل القنبلة النيترونية والأسلحة التكتيكية .

وفي **الفصل السادس** تطرق الكاتب إلى استخدام الاشعاع الذري في الطب للكشف عن مواضع الخلل . ذاكراً أن العالم **جورج هنري** له الفضل ـ بعد الله ـ في التطبيق العملي لتوظيف المادة المشعة في اقتفاء

الأثر، حيث يمكن تشخيص بعض الأمراض باستخدام هذا الأسلوب .

وفي علاج أمراض السرطان أشار المؤلف إلى أن الأجزاء المصابة تُعرض إلى حزمة اشعاعية لكي تقتل الخلايا السرطانية أو جعلها غير قادرة على التكاثر والانتشار .

وقد اشار المؤلف إلى أن الاشعاعات المستخدمة في العلاج تختلف باختلاف المرض ودرجته ، واختتم المؤلف هذا الفصل مبيناً أن الاشعاع الذري يمكن الاستفادة منه في مجالات طبية اخرى مثل استخدام النظائر المشعة في التحليلات المخبرية ، و تصنيع اللقاحات ، و تعقيم المنتجات الطبية .

وفي **الفصل السابع** تطرق المؤلف إلى استخدام الاشعاع الذري في التطبيقات الحياتية ( الزراعة و الصناعة .. الخ ) .

ومعالجة التلوث البيئي الناشيء عن عمليات احتراق الوقود التقليدي الصناعي .

تطرق المؤلف كذلك إلى استخدام الاشعاع الذري في البحث العلمي بقسميه البحوث العلمية الاساس والبحوث العلمية التطبيقية .

ناقش المؤلف في **الفصل الثامن** الآثار الحادة للإشعاع الذري على صحة الانسان ، وذكر أن هناك تناسباً طردياً بين الجرعة الإشعاعية وزمن ظهور الآثار على الانسان ومقدار الأثر ، وأن البشر ليسوا متماثلين في التأثر وذلك لاختلاف نظم ترميم الخلايا في أجسامهم ، كما ذكر أن مصادر المعلومات حول تأثيرات الاشعاع على الكائنات الحية تتمثل في التجارب على الحيوانات والنباتات ، ونتائج علاج المرض ، ونتائج التعرض المهني ، والحوادث الذرية ، والتجارب على الخلايا الحية المستنبتة من الحيوانات والنباتات ، كما ذكر أن أجزاء الجسم البشري تختلف درجة تأثرها بالاشعاع ، وأن هناك حد معين من الجرعة لعلاج كل جزء من الجسم بحيث لا تتجاوز ذلك الحد المسمى بالعتبة ، وبالتالي فكل جزء يمكنه تحمل جرعات صغيرة ومتباعدة زمنياً ، وفي ذلك أوضح المؤلف أن السرطان يعد من أخطر الآثار المترتبة على التعرض المتكرر للجرعات المنخفضة من الاشعاع . كما أن للإشعاع آثار وراثية يمكن ملاحظتها في الأجيال المتعاقبة للجيل المتعرض للإشعاع ، مشيرا إلى أن دارسة تلك الآثار تعد من أصعب الأمور وذلك لندرة المعلومات وعدم توفر السجل الكامل للتأثيرات الوراثية التي قد يستغرق ظهورها عدة أجيال موضحاً أن التأثيرات الوراثية يمكن تقسيمها إلى قسمين هما انحراف المورثات ، والطفرة الوراثية ، و أن كل من الأكسجين ، والحرارة ، والماء ، والمواد الكيميائية ، وحالة الخلية تعد عوامل مؤثرة في تلف الخلايا بالإشعاع الذري وذلك حسب التواضع الخطي لطاقة الإشعاع .

تطرق المؤلف في **الفصل التاسع** لحوادث التسرب الإشعاعي التي قد تحدث في المنشآت النووية ، وأورد جدول عن الحوادث الإشعاعية الخطيرة ، موردا العديد من الدروس المستفادة منهما .

تناول الفصل كذلك الحوادث الناتجة عن نقل المواد المشعة وضرورة أخذ الاحتياطات اللازمة لمنع وقوعها موضحاً أن مراحل التعامل معها تقسم إلى ثلاث مراحل هي المرحلة الأولى ، ومرحلة السيطرة على الحادث ، ومرحلة مابعد الطواريء ، وقد أورد الكاتب العديد من الإجراءات التي يجب على منفذي تلك المراحل أخذها في الاعتبار .

وفي **الفصل العاشر** تحدث المؤلف عن أسس الحماية من الإشعاع الذري حيث أوضح أنه في عام ١٩١٣م صدرت في ألمانيا أول توصيات عامة للحماية من الإشعاع في العالم ، وفي عام ١٩٢٨م تم تأسيس الهيئة الدولية للحماية من الإشعاع. وأصدرت توصياتها التي تهدف إلى وقاية وحماية الأفراد وذرياتهم من تأثيرات الإشعاع وذلك بمنع حدوث التأثيرات الجسدية العتبية ( أي الأثر الناتج عن تعرض الشخص لجرعة إشعاعية بحد معين) ، حيث تم وضع نظام لتحديد الجرعة الإشعاعية لبني البشر ، وقد اشتمل النظام على شروط منها أن لايتم القيام بأي عمل في مجال الإشعاع الذري مالم يؤدي ذلك إلى منفعة إيجابية ، وأن جميع التعرضات للإشعاع الذري يجب خفضها إلى أقل مايمكن ضمن حدود المعقول في كل مجتمع، وأن لا تتجاوز الجرعة الإشعاعية الحدود المسموح بها دولياً ، وأن مسؤوليات الحماية تقع على السلطة المختصة في كل دولة ، وكذلك أصحاب ومديرو المنشآت المستخدمة للمصادر المشعة ، ولأهمية حماية البيئة فقد بيَّن المؤلف طرق معالجة المواد المشعة لحماية البيئة من الاشعاع موضحاً الطاريء الإشعاعي بأنه أي حادث يؤدي إلى خطر إشعاعي غير اعتيادي أو غير متوقع وذكر أسبابه وطرق معالجته.

وفي **الفصل الحادي عشر** تطرق المؤلف إلى الحماية من الإشعاع الذري باختلاف مصادره سواء كانت خارجية أو داخلية ، وذكر العوامل المؤثرة في كل حالة ، وأوضح أن هناك العديد من القواعد والاحتياطات التي يجب اتخاذها في مجال الحماية الإشعاعية عند استخدام المصادر المشعه ، وحث المؤلف على وجوب وجود تنظيم إداري فعال داخل المنشأة المستخدمة للنظائر المشعة يحدد فيه مسؤول الوقاية ، كذلك يجب التحكم في التعرض الإشعاعي المهني (أي مستخدمي الإشعاع في أعمالهم) ، وذلك بأن تكون الشدة الإشعاعية دائماً في المستويات المسموح بها ، وأن تكون المصادر المشعة مخزنة في أماكن آمنة ، ومحفوظة داخل دروعها الواقية في حالة عدم الاستعمال ، كما يجب توفر أنظمة السلامة والأمان الكافيين لمن هم بالقرب من مصادر الأشعة سواء كانوا من العاملين أو غيرهم .

أشار المؤلف كذلك إلى ضرورة التحكم في الجرعة الداخلية الموصى بها في حالة حدوث تلف للمصدر المشع ، وذلك بوجود خطط طواريء معروفة مسبقاً للعاملين ، مع وجود أسلوب مراقبة دائمة لحدود التحكم المناسب ، كما أن من الأمور المسلم بها وجود تخطيط فعال في حالة حدوث طواريء وذلك بوضع عدة تصورات لحوادث محتملة بناء على الخبرة المتوفرة .

يعد الكتاب مرجعاً ثرياً للتعرف على الإشعاع والمواد المشعة حيث أن إسلوب الكتاب مسلسل ومبسط ، كما أنه يعطي المفاهيم العلمية بأسلوب ميسر ، ولاشك أنه مفيد للعاملين في هذا المجال بالإضافة إلى الدارسين والمعلمين وخاصة في مراحل التعليم ماقبل الجامعي .

كيف تعمل الأشياء

# البولاروجرافي

إعداد : د . عدلي العطار



**رغم أن الطرق الكهربائية ، مثل البولاروجرافي (Polarography) ، التقليدية قد استخدمت في الماضي على نطاق ضيق في مجال التحليل الكيميائي ـ مقارنة بطرق التحليل الأخرى ـ إلا إن ظهور أجهزة البولاروجرافي المتطورة جداً ـ خاصة في العقدين الماضيين ـ مثل البولاروجرافي النبضي التفاضلي (Differential Pulse Polarography) ـ جعل استخدام هذه الطرق أمراً مألوفاً في التحليل الكمي والكيفي للكاتيونات والأنيونات وكثير من المواد العضوية ، وذلك لدقتها وحساسيتها العالية .**

## فكرة البولاروجرافي

تم اكتشاف البولاروجرافي عام ١٩٢٢م بوساطة الكيميائي التشيكي هيروفسكي (Heyrovsky) الذي منح جائزة نوبل بعد تجاربه الناجحة في هذا المجال عام ١٩٥٩م . تعمل طرق البولاروجرافي ـ عند تراكيز منخفضة جداً ( $10^{-4}$ إلى $10^{-8}$ مول) ـ على أساس قياس تيار الانتشار ( Diffusion Current ) المار في خلية تحليل ذات قطبين إحداهما سالب الشحنة ( قطب الدليل ) يعمل على استقطاب الأيونات الموجبة الذائبة في محلول العينة ، والآخر موجب الشحنة (قطب المرجع) يعمل على إتمام التوصيل الكهربائي في الخلية .

وعند غمس قطبي الخلية في محلول العينة يتم تغيير جهد قطب الدليل حتى يصل إلى جهد تفكك الأيون المراد تحليله ، وعندها ينشأ تغير في التيار الكهربائي نتيجة لتأكسد أو اختزال هذا الأيون ، وبرسم العلاقة بين الجهد والتيار يمكن الحصول على منحنى يسمى بولاروجرام (Polarogram) يعطي معلومات كمية وكيفية عن المادة المؤكسدة أو المختزلة حيث يتناسب تيار الانتشار مع تركيز المادة .

## أجزاء الجهاز

يتألف جهاز البولاروجرافي بشكل عام من الأجزاء التالية :ـ

### ● الخلية البولاروجرافية

تتألف الخلية البولاجرافية من الآتي :ـ

* قطب الدليل : وهو عبارة عن قطب زئبق متساقط (Dropping Mercury Electrode - DME) ويسمى قطب العمل (Working Electrode) . وهو يتكون من أنبوبة زجاجية شعرية ( Capillary Tube ) يتراوح قطرها الداخلي بين ٠,٠٥ إلى ٠,٠٨ مليمتر ، متصلة بمستودع الزئبق ، يسري خلالها الزئبق ويتساقط عند نهايتها في المحلول على شكل قطرات صغيرة كروية متماثلة بصورة منتظمة تحت تأثير الجاذبية وذلك بمعدل ٨ ـ ٢٠ قطرة بالدقيقة .

وتجدر الإشارة إلى أن كل قطرة من قطرات الزئبق المتساقطة تمثل القطب في اللحظة التي تكون فيها معلقة أو متصلة بنهاية الأنبوبة الشعرية ، ويعمل هذا القطب كمهبط أي قطب سالب الشحنة ، حيث يوصّل بالجزء السالب من البطارية الخارجية .

ويتراوح جهد هذا القطب ما بين (+٠,٢) فولت إلى (ـ ١,٨ فولت ) وهو المجال الذي يسمح باختزال معظم محاليل الفلزات الموجودة طبيعياً ، حيث أن لكل فلز فرق جهد خاص به يتفكك عنده ليختزل عند قطب الدليل مكوناً ملغم (Amalgam) .

* قطب المرجع : وهو عبارة عن قطب الكالوميل المشبّع ( Saturated Calomel Electrode - SCE ) ، ويتكون هذا القطب من أنبوبة زجاجية تحتوي على كمية صغيرة من الزئبق وكلوريد الزئبق الأحادي الصلب وكلوريد البوتاسيوم الصلب يضاف إليهما محلول مشبع من كلوريد البوتاسيوم ، ويغمس في هذه الأنبوبة سلك من البلاتين متصل في نهايته بسلك من النحاس متصل بجهاز قياس الجهد . توضع الأنبوبة السابقة داخل أنبوبة أكبر منها تحتوي على محلول كلوريد البوتاسيوم وتتصل الأنبوبة الداخلية عن طريق فتحة صغيرة بالأنبوبة الخارجية ليتصل القطب بمحلول العينة عن طريق أنبوبة شعرية مغلفة بقطعة من الاسبستوس ، شكل (١) . ويمثل هذا القطب المصعد أي القطب الموجب الشحنة . حيث يوصل بالجزء الموجب من البطارية الخارجية.

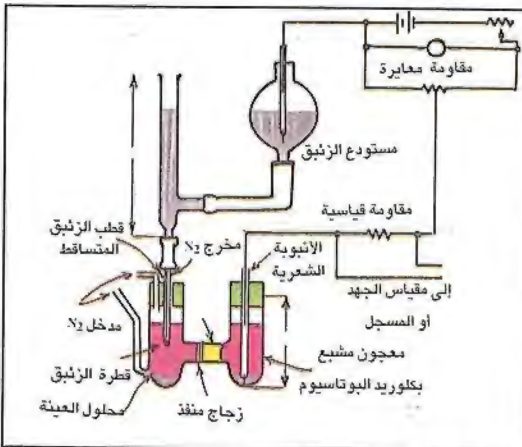
### ● الأجزاء الكهربائية

تتكون الأجزاء الكهربائية ممايلي :ـ

* بطارية خارجية يتصل بها قطبي الخلية .
* مقياس لقياس التيار بحساسية تصل إلى ميكرو أمبير .
* مسجل .

## تطبيقات الجهاز

يستخدم الجهاز بصفة أساس في تقدير الفلزات التي تعطي أيونات موجبة (كاتيونات) حيث تختزل هذه الكاتيونات عند




● شكل (١) الخلية البولاروجرافية .

قطب الزئبق المتساقط لتكوّن ملغم ، كما يستخدم في تقدير الأيونات السالبة (الأنيونات) مثل البرومات واليودات والكرومات والنتريت التي تختزل عند قطب الزئبق المتساقط ، أما الأيونات السالبة مثل الهاليدات والكبريتيد والثيوسيانات والسيانيد فيمكن تقديرها عن طريق تفاعلها مع أيونات الزئبق لتكوّن رواسب أو مركبات معقدة .

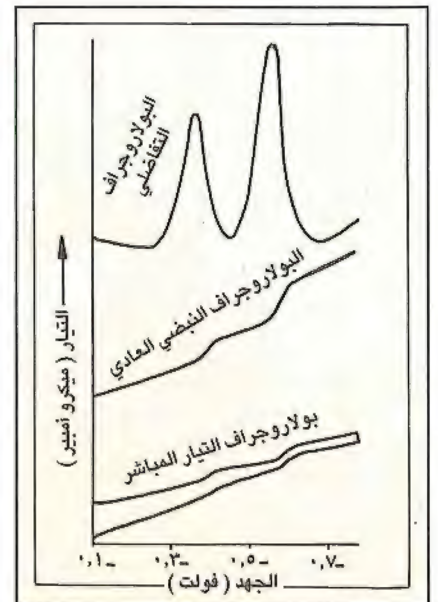
ويستخدم البولاروجرافي أيضاً في تقدير كثير من المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعات قابلة للتأكسد أو الاختزال مثل الألدهيدات والكيتونات والأحماض الكربوكسيلية ومعظم المركبات العضوية المحتوية على النيتروجين . كما يستخدم في تقدير المضادات الحيوية وفيتامين (C) .

## أنــواع البولاروجرافــي

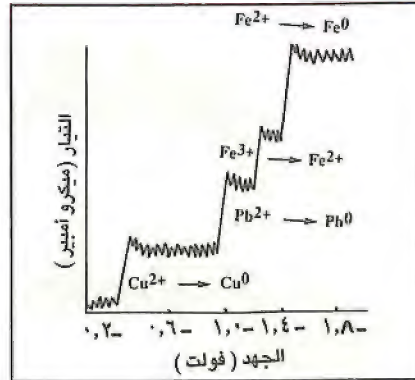
تختلف أجهزة البولاجروافي - حسب دقة قياسها - باختلاف الأجزاء الكهربائية المستخدمة وذلك كما يلي :-

### ● بولاروجرافي التيار المباشر

يعتمد بولاروجرافي التيار المباشر (Direct Current-DC) على قياس الجهد بطريقة مباشرة ، ويتم قياس التيار الناتج عند كل جهد يستخدم ، ثم ترسم العلاقة بين الجهد المستخدم والتيار الناتج ، شكل (٢) ، وبهذه الطريقة يمكن تقدير كمية المواد بحساسية




● شكل (٢) تحليل عينة باستخدام أنواع البولاروجراف المختلفة .




● شكل (٣) بولاروجرام لمخلوط من أيونات النحاس الثنائي والرصاص والحديد .

تصل إلى ($١٠^{-٥}$ مول ) .

### ● بولاروجرافي التيار المتردد

يمكن إستخدام التيار المتردد (Alternating Current-AC) بدلاً من التيار المباشر . وفي هذه الحالة يتم قياس تيار الانتشار الناتج برسم العلاقة بين التيار المتردد والجهد المستخدم ، شكل (٢) ويمتاز هذا الجهاز عن جهاز التيار المباشر بزيادة حساسيته التي قد تصل إلى ($١٠^{-٦}$ مول ) .

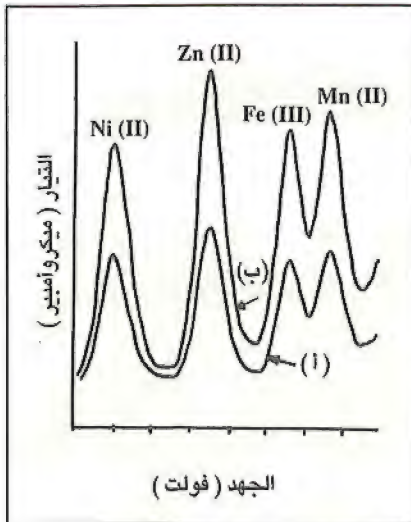
### ● البولار وجرافي النبضي

تصل حساسية البولاروجرافي النبضي (Pulse Polarography) إلى ($١٠^{-٧}$ مول) وذلك عن طريق جعل الجهد المستعمل على هيئة نبضات (Pulse) ، تثبت لمدة قصيرة (٠,٠٤ ثانية ) ، ويكون شكل المنحنى الناتج على شكل سن كما في الشكل (٢) .

### ● البولاروجرافي النبضي التفاضلي

يشبه البولاروجرافي النبضي التفاضلي (Differential Pulse Polarography) البولاروجرافي النبضي العادي من حيث أن النبضة الجهدية تطبق في الربع الأخير من نمو القطرة ( ٠,٠٤ ثانية ) ، ولكن يختلف عنه من حيث قراءة التيار التي تتم مرتين بدلاً من مرة واحدة ، حيث يقاس التيار في المرحلة الأولى قبل تطبيق النبضة مباشرة ومرة أخرى بعد منتصف النبضة ، أي بعد (٠,٠٢ ثانية ) ، وبرسم العلاقة بين فرق القراءتين للتيار مع الجهد المستخدم لكل قطرة يمكن الحصول على منحنى له نهاية عظمى ، وبذلك يكون السن فيه واضح ، شكل (٢) .

ويعد هذا النوع أكثر دقة من البولاروجرافي النبضي حيث تصل حساسيته إلى ($١٠^{-٨}$ مول).




● شكل (٤) بولاروجرام تحليل عينة ماء .

## كيفيــة عمــل الجهــاز

تتلخص عمليات التحليل الكيميائي بوساطة البولاروجرافي بوضع ٥مل من محلول العينة مضافاً إليها ٥مل من المحلول المنظم ( Buffer Solution) أو محلول إليكتروليتي في خلية التحليل مثل محلول مخفف من كلوريد أو نترات البوتاسيوم - حسب ظروف ونوعية العينات - ثم يمرر غاز النيتروجين في خلية التحليل لمدة ٥ إلى ١٠ دقائق لطرد الأكسجين ، يلي ذلك اختيار فرق الجهد الذي ينبغي العمل به ( صفر إلى - ١,٨ فولت) . في هذه الأثناء يلاحظ أن المسجل يرسم العلاقة بين الجهد المستخدم وتيار الانتشار كما في الشكل (٣) .

وعند الحاجة إلى تحليل العينة لمعرفة مكوناتها من الأيونات المختلفة يتم استخدام البولاروجرافي النبضي التفاضلي بأخذ ٥مل من محلول العينة ووضعه في خلية التحليل مع إضافة ٥ مل من طرطرات الأمونيوم (Ammonium Tartarate) عند الرقم الهيدروجيني = ٩ (PH = 9 ) كمحلول منظم . ثم يمرر غاز النيتروجين كما ذكر سابقاً . بعدها يتم اختيار فرق الجهد الذي تجري عنده التجربة ، ويوضح الشكل (٤أ) البولاروجرام الناتج عن تحليل عينة ، أما الشكل (٤ب) ، فيوضح شكل البولاروجرام بعد إضافة ٢٠ ميكرولتر من محلول قياسي يحتوي على نفس العناصر الموجودة في العينة بتركيز ٤ر٠ جزء من مليون .

# مساحة للتفكير

# مسابقة العدد

## « الحرف أ »

في عملية الجمع التالية يمثل كل حرف رقم معين يختلف عن أي رقم لحرف آخر .

| | | | |
|---|---|---|---|
| | أ | أ | أ |
| | د | د | د |
| | ذ | ذ | ذ |
| ش | س | ز | ر |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | أ | أ | أ |
| | ب | ب | ب |
| | ج | ج | ج |
| ش | س | ز | ر |

**ما الرقم الذي يمثله الحرف ( أ ) ؟**

## أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « الحرف أ » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :ـ

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً .

٤ـ آخر موعد لاستلام الحل هو ١٥/٣/١٤١٦هـ .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

# حل مسابقة العدد الثاني والثلاثين

## « ســـاعة إبراهيم »

فيما يلي الإحتمالات المبنية على إجابات كل من ناصر وراشد حول فقدان ساعة إبراهيم :ـ

الإحتمالات المبنية على إجابة ناصر :ـ

(١) مسروقة وسارقها راشد ( صواب )

(٢) ضاعت ( صواب )

(٣) مع إبراهيم ( صواب )

(٤) مسروقة ولكن سارقها غير راشد ( خطأ )

الإحتمالات المبنية على إجابات راشد :ـ

(١) مسروقة ( صواب )

(٢) مع إبراهيم ( صواب )

(٣) ضاعت ( خطأ )

من الإحتمـالات التي وضعتهـا الشرطـة وبنـاء على أقـوال راشد ونـاصـر المبنية على الصـواب والخطأ ، ولكـون الإحتمالات التي وضعتها الشـرطة حول السرقـة لا يمكن قبولها في نفس الوقت ، بناء علـى ذلك يمكن القول أن إحتمال الشرطة (١) غير مقبول لأنه لا يمكن تطبيقه على أقوال راشد ، وعليه فالإحتمال الصواب هو (٢) .

لذلك فإن أقوال راشد هي الصحيحة ، عليه فإن الساعة **مسروقة** .

## الفائزون في مسابقة العدد الثاني والثلاثين

تلقت المجـلة عدد قليل مـن الرســائل التي تحمـل حـل مسـابقة العــدد الثاني والثـلاثين « ساعة إبراهيم » والتي تم رفضها جميعاً ، إما بسبب عدم توضيح خطوات الحل وإما لعدم ورود الإجابة الصحيحة .




# الخصائص النفسية والاجتماعية لسلوك قيادة السيارات بالمملكة

**في إطار ماتقوم به مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية من دراسات للمشاكل التي تعوق خطط التنمية بالمملكة لايجاد الحلول المناسبة لها ، وحيث أن مشكلة المرور تعد من أكثر المشاكل الحاحاً لما لها من أثر مباشر على التنمية ، تم دعم دراسة بعنوان « الخصائص النفسية والاجتماعية لسلوك قيادة السيارات بالمملكة » ضمن نشاطات اللجنة الوطنية لسلامة المرور . قام بالدراسة كل من الدكتور عبد الله النافع والدكتور خالد عبد الرحمن السيف .**

تهدف الدراسة إلى تحديد وتحليل الخصائص النفسية ، والاجتماعية لسلوك قيادة السيارات في المملكة ، والتعرف على التصرفات ، والعادات الشائعة المسببة للحوادث لأخذها في الاعتبار في برامج سياسات القيادة الآمنة وتعليم سلامة المرور .

يتمثل العائد المباشر لهذه الدراسة فيما توفره من مؤشرات للتعديل والتطوير في سياسات تعديل وتوجيه سلوك المواطنين في مجال قيادة السيارات بهدف خفض احتمالات المخاطرة وتحقيق أكبر قدر ممكن من الأمان والسلامة بما يتطلبه من دعم للسلوك الإيجابي والتخلص من العادات السلوكية المسببة للحوادث عن طريق التعليم والتوعية ووسائل العقاب والردع الممثلة في نظم وضوابط المرور المستنبطة من واقع الدراسة .

كان حجم عينة الدراسة ٢٠١٨ فردا ، وقد تعلم ٨٣٪ منهم القيادة عن طريق صديق أو قريب دون أن يتعرضوا لتعليم منظم عن طريق مدارس تعليم القيادة ، كانت نسبة المتعرضين للحوادث في العينة ٤٦٪ ونسبة المصابين في تلك الحوادث ١٠٪ من أفراد العينة ، وهي نسبة تتجاوز حدود الأمان والسلامة الواجبة ، وقد أظهرت الدراسة أن أهم التصرفات التي كانت سبباً في الحوادث - مرتبة تنازلياً - مايلي : -

١ - السرعة الزائدة .

٢ - التجاوز في المنحنيات والطرق .

٣ - التجاوز بدون استخدام الإشارات .

٤ - تغيير المسار بدون استخدام الإشارات .

٥ - الإنشغال بأشياء مختلفة أثناء القيادة .

٦ - الإسراع المباشر لعبور الإشارة بعد غلقها .

٧ - الإنطلاق بمجرد غلق الإشارة المعاكسة دون انتظار الإشارة الخضراء .

٨ - التسابق مع سيارة أخرى .

٩ - قطع الإشارة الحمراء والانطلاق .

١٠ - التجاوز من اليمين .

١١ - عبور التقاطعات الخالية من الإشارات .

١٢ - الوقوف المزدوج لشراء أشياء .

١٣ - الإحتفاظ بمسافة قصيرة جداً خلف السيارة التي من الأمام .

١٤ - الخروج المفاجيء من طريق جانبي إلى طريق رئيسي .

١٥ - التوقف وسط الطريق لإركاب وإنزال أشخاص .

## العنصر رقم ١١١

بتاريخ ٢٠ / ١٢ / ١٩٩٤ أعلن فريق من علماء الفيزياء في مختبر دارمستات ( Darmstadt ) بألمانيا أنهم أثناء عملهم في أبحاث الايونات الثقيلة — استطاعوا اكتشاف ثلاث ذرات من عنصر جديد ـ رقم ١١١ — يضاف إلى سلسلة الجدول الدوري للعناصر .

تتكون نواة هذا العنصر من ١١١ بروتوناً و ١٦١ نيوتروناً ليصبح وزنه الذري ( ٢٧٢ ) الأكبر حتى الآن . ولإنتاج هذا العنصر عمد الفيزيائيون الى قذف ذرات البيزموث — عدد بروتوناته ٨٣ — بحزمة من ذرات النيكل ـ عدد بروتوناته ٢٨ — لينتج عن الإندماج النووي المذكور ثلاث ذرات من العنصر رقم ١١١ التي سرعان ما اضمحلت ( Decayed ) ـ خلال جزئين من الألف من الثانية ـ الى عناصر ذات وزن ذري أقل .

أدى الاضمحلال المذكور إلى ظهور نظيرين لم يلاحظا من قبل بوساطة الفيزيائيين هما النظير ٢٦٨ للعنصر ١٠٩ والنظير ٢٦٤ للعنصر ١٠٧ اللذان تولدا نتيجة تسلسل فقدان العنصر رقم ١١١ لجسيم الفا (ب) على التوالي .

يعد اكتشاف العنصر رقم ١١١ حدثاً علمياً هاماً يضاف إلى انجازات مختبر دارمستات الذي تم فيه كذلك اكتشاف العنصر ١١٠ في نوفمبر ١٩٩٤م .

* المصدر :

Science News 147, Jan . 1995, P.

## بلاستيك نباتي

أفادت أبحاث حديثة إلى أنه يمكن إنتاج كميات تجارية من بلاستيك نباتي قابل للتحلل .

وعلى الرغم من أن إنتاج المواد البلاستيكية من مصادر غير صنعية يرجع إلى عام ١٩٨٩ عندما استطاع بعض العلماء إستخدام الهندسة الوراثية لإنتاج بلاستيك البولي هيدروكسي بيوتريت (Poly Hydroxy Butrate- PHB) من البكتيريا إلا أن هذه الطريقة غير مجدية إقتصادياً . وقد حفّز إنتاج الـ ( PHB ) من البكتيريا العالم **كريس سمرفيل** (Chris Somerville) ومجموعته من جامعة استانفورد بكليفورنيا لمحاولة إنتاج هذه المادة من النبات حتى نجحوا عام ١٩٩٢م في إنتاج كميات قليلة جداً من المادة . وقد تميزت النباتات المنتجه منها بأنها ضعيفة النمو ، غير أن **سمرفيل** ومجموعته لم ييأسوا وأدخلوا تحسينات على تقنيتهم حتى نجحوا أخيراً في إستزراع نباتات تبلغ مادة الـ (PHB) حوالي ٢٠٪ من وزنها الجاف .

ويرى **جون أوهلوروق** (John Ohlorogge) من جامعة ميشيجان بالولايات المتحدة أن هذه النسبة تعد كبيرة جداً لإنتاج البلاستيك من النبات بكميات تجارية . غير أن **جانيش كيشور** (Ganesh Kishore) من شركة موسانتو بالولايات المتحدة يحذر من أن مادة الـ PHB المستخرجة من النبات ليست جيدة لأنها ليست مرنة وقابلة للتحلل عند التشكيل بنسبة ٥٠٪ إلى ٦٠٪ . ويضيف **كيشور** أنه رغم ذلك متفائل من إنتاج بلاستيك يفي بالمطلوب في المستقبل القريب . من جانب آخر واصل **سمرفيل** ومجموعته أبحاثهم فاستطاعوا إدخال المورثات المسؤولة عن انتاج الـ PHB في نبات الخردل . وقد تم بالفعل انتاجها في حبيبة يخضور (Chloroplast) النبات المذكور . ونظراً لأن حبيبة اليخضور هي موقع التمثيل الضوئي (Photosynthesis) فإن إنتاج الـ PHB في هذا الموقع يجعله لا يؤثر على عمليات الأيض وبالتالي على نمو النبات . ويشير **سمرفيل** إلى أنه يمكن — عن طريق الهندسة الوراثية — إضافة المورث المسؤول عن انتاج الـ PHB في العديد من النباتات مثل الصويا ، وفي مواقع مختارة من النبات الواحد . وتكتسب مادة الـ PHB المنتجة من النبات أهمية خاصة بأنها يمكن أن تتحلل إلى غاز الميثان بوساطة إنزيمات بكتيرية ، وبذلك يمكن إنتاج غاز الميثان والإستفادة منه كطاقة أثناء عمليات تحلل مادة استنفذت أغراضها .

* المصدر :

Science News Vol. 146, Dec 1994, P 420 .

## ناسا تبحث أسباب تآكل طبقة الأوزون

لا تزال أسباب تآكل طبقة الأوزون وما تسببه من مضار للكرة الأرضية مثار جدل بين الناس ، فهل هي أسطورة أم هي خطر حقيقي يحدق بالأرض ؟ هل هي بسبب مواد كيميائية من صنع البشر مثل كلورو فلورات الكربون (Chloro Flouro Carbons - CFCs ) المستخدمة في مكيفات التبريد أم لأسباب أخرى طبيعية .

تحاول نظرية تآكل طبقة الأوزون أن ترجع أسباب الكارثة إلى مادة الكلور المنبعثة نتيجة تحلل غازات الـ CFCs عند وصولها إلى الجزء العلوى ـ طبقة الإستراتوسفير — من الغلاف الجوي فينشأ تفاعل يتسبب في تآكل طبقة الأوزون معرضة الأرض لمزيد من الأشعة فوق البنفسجية الضارة .

وهناك رأي آخر مفاده أن الكلور المذكور يأتي من مصادر طبيعية مثل البراكين وأنه لا يتسبب في ضرر ثابت كما يحدث حالياً .

أوضحت وكالة الفضاء الأمريكية ( ناسا ) أن أصابع الإتهام تشير إلى أن غازات الـ CFCs ، إذ بموجب المعلومات المتجمعة من تابع أبحاث الفضاء العلوي للغلاف الجوي ( Upper Atmosphric Research Satellite -UARS ) وجد أن غاز فلوريد الهيدروجين ( Hydrogen Flou- ride ) الموجود في طبقة الإستراتوسفير ليس له مصدر طبيعي إلا غازات الـ CFCs ، ويكتسب هذا الإكتشاف أهمية في أنه ينفي تسبب الإنفجارات البركانية وغيرها من المصادر الأخرى الطبيعية في تآكل طبقة الأوزون .

ويشير عالم الفيزياء **مارك سشوبيرل** (Mark Schoeberl) من ناسا أن نسبة عالية من غاز الكلور الطبيعي تذوب في الماء وتسقط كأمطار حمضية قبل أن تصل إلى طبقة الأوزون ، وأن مايصل إلى تلك الطبقة تصل نسبته إلى حوالي ٢٠٪ من غاز الكلور الكلي بالطبقة . إضافة لذلك فان غازات الـ CFCs مقارنة بغاز الكلور لا تذوب في الماء وبالتالي فإنها تصعد إلى طبقة الأوزون دون أن يحدث لها تغيير لمدة طويلة . وعند وصولها فإنها تتفاعل مع جزئي اكسجين من الأوزون لتكوين أول أكسيد الفلور وبالتالي تتآكل الطبقة. ويشير العلماء إلى أن معدل انخفاض الأوزون في الكرة الأرضية يصل إلى حوالي ٣٪ ، وهو معدل يحسبه أغلب العلماء كافٍ لإحداث الكارثة ، حيث أن ثقب الأوزون المتكون في القطب الجنوبي خلال الفترة من مايو إلى اكتوبر كل عام يعد أوضح مثال لتآكل الطبقة وتكوين الثقب .

ويعلل **سشوبيرل** ظاهرة تآكل طبقة الأوزون بالقطب الجنوبي ـ مقارنة بالقطب الشمالي إلى البرودة الشديدة في المنطقة. ويذكر **سشوبيرل** أن (UARS) قد رصدت كميات كبيرة من غاز أول أكسيد الكلور في القطب الشمالي ولكنها أخذت في التناقص بسبب ارتفاع درجة الحرارة في المنطقة المذكورة . وعليه يبدو أن انخفاض درجة الحرارة وأشعة الشمس ـ وهو المشاهد في القطب الجنوبي ـ هما العاملان الأساس لتفاعل غاز الكلور مع الأوزون .

* المصدر :

Science News Vol 146, Dec .1994, P 422.



# مع القــراء

أعزاءنا القراء

**أهــــلا بكـم مع هذا العدد الجديد الذي يصدر مع إطـلالة العام الهجري الجـديد ، لقد وصلنـا العديد والعديـد من رسائلكم ، ويسعدنـا أن نجيب على عدد منها بـالقدر الذي تسمح به مساحة الصفحة . وكل عام والجميع بخير .**

*** الإخـوة والأخـوات /** مسعي التبيتي ، بـو جمعه سنيفر ، كارك زهير ، مناصرية لخضر ، رابح معيـوف ، بـركـان مـالك ، بن حـدوشي تـوفيق ، زائري محمـد ، فيصل بـوعصيـده ، مسعي سليم ، جـدي خـالـد ، سميـر بـوزار إسعيـدي ، محمـد صيفي ، ناصـر صغيـور ، بوشاحانا أحمـد ، قندلي أحمد بن عبد الحميد ، زرومده صحراوي ، مناغري حـورية ، محبوبة السيد سعيد مقرود ، بريـد فوزية ، عبدو فائزه ، ابن مني نادية ، فاطمة مصتف - الجـزائر .

نشـكركم على كل المشـــاعر الطيبة التي ضمنتموها خطابـاتكم ، وسوف نحاول تلبية جميع رغبـاتكم في أقـرب فرصـة ممكنـة إن شاء الله .

*** الأخ / ماهرموسى الجبلي - الدمام**

لاشك يا أخي الفاضل أننا نسعى جاهدين للإرتقاء بالمجلـة إلى أعلى المستويات شكلاً ومضمـونـاً ، ولن تتوقف الجهـود أبـداً بإذن الله، نشكر لك عباراتك الطيبـة ويسعدنا دائماً تلبية جميـع رغبات قرائنـا الأعزاء فـي حدود الإمكانـات المتاحـة لنا ، لك من أسـرة المجلة أطيب التحيات .

*** الأخ / محمـد علي حسين البحـــراني - الإحساء**

نحن أيضاً نتشـرف بخدمة قرائنـا الكرام في كل مكـــان في وطننـا العـربـي الكبيـر ، وسنظل نعمل دائمـــاً على إرضــــاء الجميع مااستطعنا إلى ذلك سبيـلاً ، لك تحيات أسرة المجلة وشكراً .

*** الأخت / موزة خميس السليطي - البحرين**

تغمرنا السعادة دائما عنـدما يطلعنا القراء الكـرام أمثالك بمـدى إستفادتهم من المجلـة ، وخاصة الإخوة والأخـوات العاملين والعاملات في تعليم أبنـائنا وبنـاتنا في مختلف مـراحل التعليم ، كما يسعـدنا أيضاً وجود هـذه الروح الطيبـة لـدى هـؤلاء المعلمين والمعلمـات في الحـرص على اقتناء المجلـة ليس للإستفـادة الشخصيــة فقط وإنمــا لإفـــادة طــلابهم وطالباتهـم الأمر الذي يدفعنا حقيقـة إلى بذل المزيـد من الجهد ومـواصلة العطـاء من أجل فلـذات أكبادنـا في كل أرجـاء الوطن العـربي الذين هـم أمل الغد وعدة المستقبـل . نشكرك وسنعمل إن شاء الله على إجابة طلبك .

*** الأخ / نزار مروان سالم - الأردن**

الشكر يا أخي للـه من قبل ومن بعد ، وما نبذله من جهود في إصدار المجلة ليس سوى مـايمليـه علينـا الواجب تجـاه أجيـال أمتنـا العربيـة والإسلاميـة . ومادمت يـا أخي تعد بحثاً تحتاج في إتمامه إلى بعض أعداد المجلة فسوف نـرسل لك ما يتـوفر من الأعـداد التي طلبتهـــا بـأســـرع وقت ممكـن ، متمنين لك التوفيق والسداد .

*** الأخ / شتوح السعيد - الجزائر**

نشكـرك على كل مـاورد في رسـالتك من عبـارات الود والـوفـاء ، ونأمل أن نكون عنـد حسن ظن الجميع دائما ، أما بخصوص إقتراح تخصيص جانب من المجلة للصناعات العلمية الحديثـة كالصواريخ والغـازات والسيارات .. إلخ ، فقد عملنا بهذا الإقتـراح منذ مدة وهنـاك بـاب خـاص هو بـاب « كيف تعمل الأشيـاء » يتناول بـالشرح المفصل الطـريقة التي تعمل بهـا المـركبـات بمختلف أنـواعهـا والأجهـزة الكهربـائية والإلكترونية وقـد بدأنا بـالسيارة التي تم تناولها من جميع الجـوانب إضافة إلى بعض الأجهـــزة الأخـرى ، وســـوف يكـون للصـــواريخ والطائرات وغيرها نصيب في الأعداد الآتيـة إن شاء اللـه ، لك أجمل التحيات من أسرة المجلة .

*** الأخ / محمد حسن علي المقاني - البحرين**

الإشتـراك في المجلة لـم يحدد بعـد ، إلا أننـا نقوم بـارسال المجلـة مجانـاً إلى جميع الجامعات والمراكـز والمعاهد العلمية في كل أرجاء الـوطن العربـي ، وسوف نحـاول تلبية رغبتك قـدر الإمكان ، ولـك من أسرة المجلـة أطيب تحياتنا .

*** الأخ / إبن بيتور - الجزائر**

ســلامك إلى هيئـة التحـريـر وصل ، ونشكـرك على ثنـائك وعبـارات الشكـر التي جاءت في ثنايا رسالتك ، أما بخصوص طلبك كتـاب « نشـوء العصـر الـذري » الـذي تمت الإشارة إليـه في بـاب « كتب صدرت حـديثاً » في العدد الحادي والثـلاثين من المجلة فإننا نعتذر عن تلبيته رغم رغبتنا الأكيدة في ذلك ، نظراً لعـدم توفـره لدينـا حيث أن الكتب التي يتم إسـتعراضها في البـــاب المذكـور أو في باب «عـرض كتاب» عـادة ماتحصـل المجلة على نسخة واحـدة منها لغرض إستعـراضها في أحـد البابين المشـار إليهما إلا أنـه يمكن الحصـول على أي كتاب عن طـريق مراسلـة الناشر ، وشكرا لك مرة ثانية ولك تحياتنا .

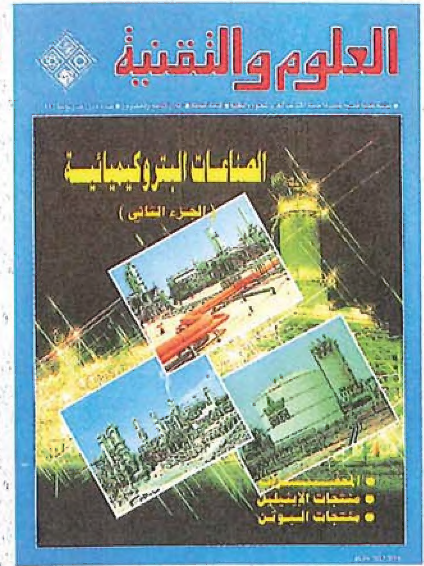
*** الأخ / ظافر بن احمد الزهراني - تبوك**

تأكـد يـا أخي الكـريـم أننـا لم نتلق منك سوى رســالة واحـدة ، وهي التي بين أيـدينا الآن والمتضمنة لعتابك الشديد على عدم الرد عليك ، كمـا نؤكد أننـا لا نهمل أي رسالـة من رسـائل القـراء ، ولكن كثـرتهـا تحـول دون تمكيننا من الرد عليهـا جميعاً . أما بخصوص طلبك بعـض الأعـــــداد التـي لم تتمكـن من الحصول عليهـا فسنحاول إرسال ما يتـوفر منهـا على عنوانك المحـدد . أما إقتـراحك أن تطرق مسـابقة العـدد أبوابـاً علمية عـديدة ، بحيث يخصص كل عـدد لمـوضـوع معين ، مثل الكيميـاء ، النبـات ، الحيـوان ، وهكـذا ، نشكـرك علـى إقتـر احك والـذي هــو محل إهتمامنا .

*** الأخ / سلطان علي المالكي - بني مالك**

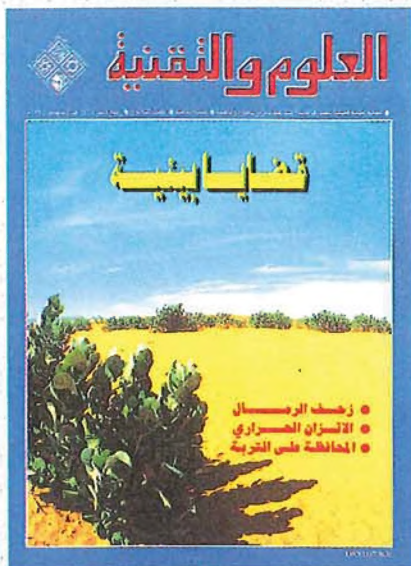
نأمل إرســال عنوانـك كامـلاً لكي نتمكن من تلبيــة طلبك إن شـاء اللــه مع خـــالص تحياتنا .

# الأعداد الصادرة من مجلة العلوم والتقنية خلال عام ١٤١٥هـ



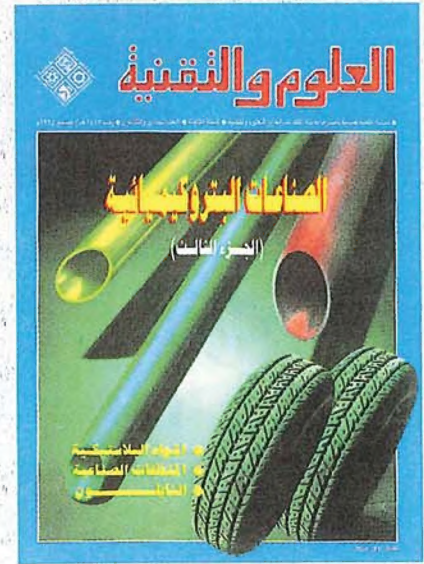

## محتويات العدد (٢٩)

- المحفزات في الصناعات البتروكيميائية .
- المنتجات البتروكيميائية من الميثان .
- الميثانول ومنتجاته .
- بوليمرات من الإيثلين .
- المنتجات البتروكيميائية من البروبلين .
- المنتجات البتروكيميائية من البوتن .
- المنتجات البتروكيميائية للبوتادايئين .
- المنتجات البتروكيميائية للأيزوبرين .



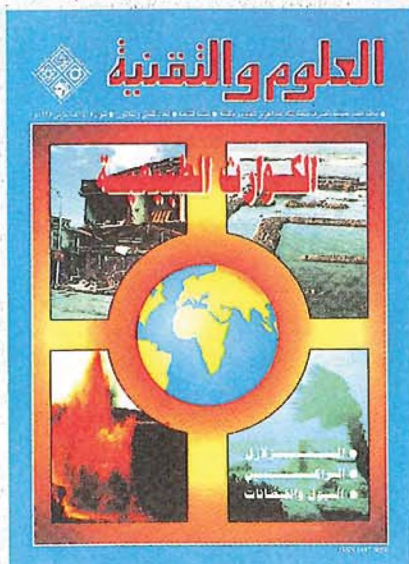

## محتويات العدد (٣٠)

- تلوث البيئة ـ مصادره وأنواعه . ● الاتزان الحراري .
- التلوث الإشعاعي ـ مصادره وأخطاره . ● البيئة .
- زحف الرمال . ● الاستشعار عن بعد والتلوث البترولي .
- الكائنات الدقيقة وإزالة التلوث البترولي . ● التقنية الحيوية في إزالة التلوث وحماية البيئة . ● طرق المحافظة على المياه . ● استصلاح وزراعة الأراضي الصحراوية .
- المحافظة على التربة عامل أساسي في مكافحة التصحر .
- التشجير وأثره في مقاومة التصحر .




## محتويات العدد (٣١)

- المواد البلاستيكية . ● المواد البلاستيكية الرغوية .
- المواد اللاصقة . ● المطاط الصناعي .
- الألياف الصناعية . ● المبيدات البتروكيميائية .
- النايلون . ● الدهانات البتروكيميائية .
- أسمدة نيتروجينية من البتروكيميائيات .
- المستحضرات الطبية من البتروكيميائيات .
- اقتصاديات الصناعات البتروكيميائية .




## محتويات العدد (٣٢)

- الكوارث الطبيعية .
- الزلازل .
- الخطر الزلزالي ووسائل تخفيفه .
- البراكين .
- السيول والفيضانات .
- الانزلاقات الأرضية .
- الرياح والأعاصير . ● التصحر . ● الجراد .

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرياض ١١٤٤٢ ـ ت ٤٨٨٣٤٤٤ ـ فاكس ٤٨٨٣٧٥٦



الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
تليفون ٤٨٨٣٤٤٤ / ١٤٠ ـ فاكس ٤٨١٣٣٧٩

كل عام وقراءنا الكرام بخير

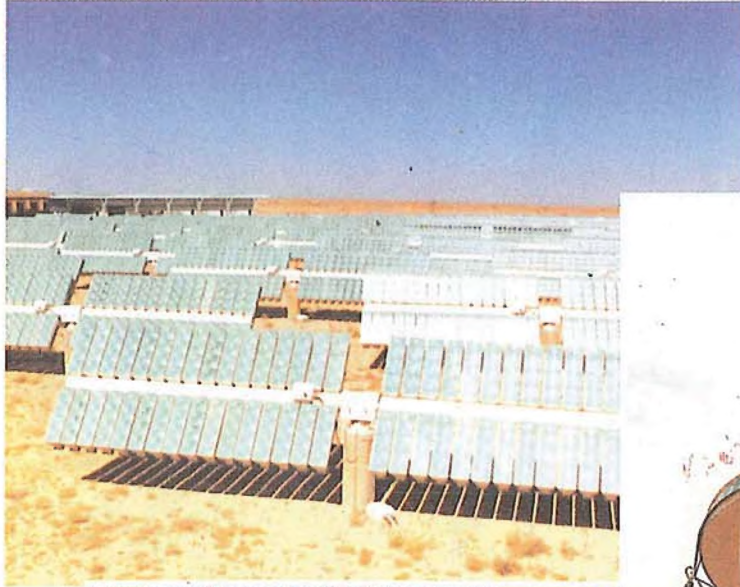
بمناسبة

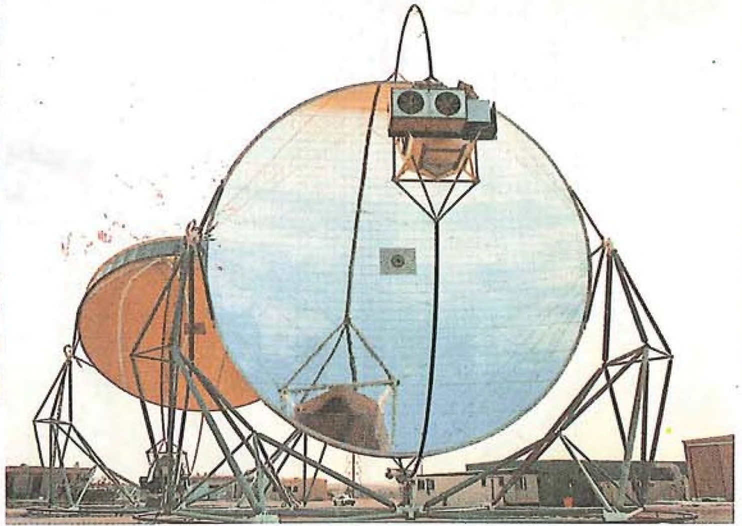
العام الهجري الجديد [١٤١٦هـ]

في
العدد المقبلْ

# الطاقة الشمسية

## الجزء الأول







وكيل التوزيع : الشركة السعودية للتوزيع
Saudi Distribution Co.
ص.ب ٥٥٢٠٢ الرياض ١١٥٣٤
هاتف ٤٧٧٩٤٤٤

مطابع الشرق الاوسط
تلفون ٤٠٢٧٦٢٣ . الرياض




مجلة العلوم والتقنية
كوارث النقل البري (ص ٢٨)